

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO
Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN
LA CIUDAD DEL CUSCO 2023**

PRESENTADO POR:

- Br. ERWIN LEON HUACAC
- Br. HOLGUER EDMUNDO HUARAKA
MENDOZA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL**

ASESOR:

MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA

CUSCO – PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO - CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023

presentado por: HOLGUER ED. HUARAKA MENDOZA con DNI Nro.: 71833248 presentado por: ERWIN LEON HUACAC con DNI Nro.: 47100703 para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO CIVIL

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 03 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 6%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

| Porcentaje | Evaluación y Acciones | Marque con una (X) |
|----------------|---|--------------------|
| Del 1 al 10% | No se considera plagio. | X |
| Del 11 al 30 % | Devolver al usuario para las correcciones. | |
| Mayor a 31% | El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley. | |

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 28 de agosto de 2024



Firma

Post firma JOSE RONALD AGUILAR HUERTA

Nro. de DNI 42419267

ORCID del Asesor 0000-0002-5215-5253

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:** 27259:376333418

NOMBRE DEL TRABAJO

ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORS

AUTOR

Holguer Edmundo Huaraka Mendoza

RECuento DE PALABRAS

54223 Words

RECuento DE CARACTERES

260832 Characters

RECuento DE PÁGINAS

251 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

16.1MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 27, 2024 10:22 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 27, 2024 10:25 PM GMT-5**● 6% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 4% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 16 palabras)

DEDICATORIA

A Dios

*Por ser el motor espiritual y guía de mi vida
y por ayudarme
a levantarme cuando más lo necesité.*

A mis Padres

*A mi padre Yldifonso Huaraka Quispe “El jefe” que en paz descansa
y a mi Madre Aurelia Mendoza Manotupa “La Abuelita”
, por haberme dado la vida, el amor necesario
y por haberme inculcado
siempre ese ímpetu de superación continua y nunca rendirme.*

A mis Hermanos

*Rocio, luz, Bernard, Aurelia Elizabeth, Jhon Humberto,
Rubí Maritza, Eliane Margarita, Kisara
por haberme alentado cada día a seguir con mis sueños*

Al amor de mi vida

*Geldyester Alejos Guardapucclla
quien me alentó
y me dio mucho amor,
ella que cada día me hace sentir
el hombre más feliz del universo.*

Holguer Edmundo Huaraka Mendoza

DEDICATORIA

A Dios

Que fue él, quien guió mis pasos y abrió mi camino, equilibrando mi carácter y formándome como una persona profesional, y que a pesar de mis errores él siempre está a mi lado.

A mis Padres

La presente tesis lo dedico con todo el corazón a mi padre Concepción Leon Daza que siempre ha confiado en mí y nunca me dejó de motivarme para lograr mis metas y a mi querida madre

Vilma Emperatriz Huacac Huacac que siempre ha estado a mi lado en la buenas y en las malas, brindándome todo su apoyo incondicional para verme profesional.

A mis Hermanos

Jhiomar, Erick y Franck que siempre me motivaron a terminar esta etapa de mi vida y que nunca desconfiaron en mí.

A Sol

*A mi amada compañera de vida,
que nunca dejó de creer en mí y que siempre ha estado ahí
para impulsarme
a concretar mi graduación como profesional.*

Erwin Leon Huacac

AGRADECIMIENTO

*Primeramente, a Dios por habernos guiado en nuestro sendero
y de la misma manera habernos permitido concluir esta etapa tan importante,
así mismo a todas las personas que nos acompañaron
y colaboraron en este trabajo de investigación.*

*A nuestra casa de Estudios
La Tricentenario Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
por acogernos durante estos años maravillosos,
a nuestra Facultad de Ingeniería Civil
por habernos brindado los conocimientos necesarios
A nuestros docentes por compartir sus conocimientos y experiencias.
Durante la etapa universitaria.*

*De manera muy especial al Ing. José Ronald Aguilar Huerta
Quien es nuestro asesor de tesis
Por otorgarnos tiempo y dedicación
Y apoyo absoluto en la culminación
de este presente trabajo de investigación.*

Bachiller: Huaraka Mendoza Holguer
Edmundo

Bachiller: Leon Huacac Erwin

PRESENTACION

Señor Decano de La Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento al reglamento de grados y títulos vigente en la Facultad de Ingeniería Civil es grato dirigirnos a ustedes para hacer presente el trabajo de Investigación denominado: **“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023”**. Con la finalidad de optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Este trabajo de investigación, se realizó con la finalidad de Determinar experimentalmente la mejor mezcla yeso con cemento, considerando la relación agua / polvo, el tiempo de fraguado, la resistencia a compresión y al análisis de costo unitario por m^2 de pared y cielo raso respecto a la proporción 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón) para enlucidos interiores en la ciudad del Cusco 2023.

El presente trabajo de investigación permitirá obtener nuevas proporciones en donde se aprovechará la materia prima que abunda en la ciudad del Cusco que es el yeso, así mismo se determinará la relación agua/polvo, los tiempos de fraguado, resistencia a la compresión y el análisis de costo unitario para enlucidos interiores en la ciudad del Cusco, de esta manera se tendrá mayores alternativas de proporciones de la mezcla yeso con cemento a utilizar en el ámbito de la construcción.

Bachiller: Huaraka Mendoza Holguer
Edmundo

Bachiller: Leon Huacac Erwin

INDICE GENERAL

| | |
|--|--------|
| PRESENTACION..... | v |
| INDICE GENERAL..... | vi |
| INDICE DE TABLAS..... | x |
| INDICE DE FIGURAS..... | xvi |
| GLOSARIO DE TERMINOS..... | xxiv |
| RESUMEN..... | xxvii |
| ABSTRACT..... | xxviii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 3 |
| 1.1 Justificación del problema..... | 3 |
| 1.1.1 Situación problemática..... | 3 |
| 1.2 Problema de la investigación..... | 4 |
| 1.2.1 Problema general..... | 4 |
| 1.2.2 Problemas específicos..... | 4 |
| 1.3 Objetivos de la investigación..... | 4 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 4 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos..... | 5 |
| 1.4 Delimitaciones de la investigación..... | 5 |
| 1.4.1 Espacial y geográfica..... | 5 |
| 1.4.2 Temporal..... | 5 |
| 1.4.3 Limitación teórica..... | 5 |
| CAPITULO 2. MARCO TEORICO CONCEPTUAL..... | 6 |
| 2.1 Antecedentes de la investigación..... | 6 |
| 2.1.1 Antecedentes internacionales..... | 6 |
| 2.2 Bases teóricas..... | 7 |
| 2.2.1 El yeso..... | 7 |
| 2.2.2 Composición química del yeso..... | 7 |
| 2.2.3 Aplicación del yeso..... | 7 |
| 2.2.3.1 El yeso en construcción..... | 7 |
| 2.2.3.2 Revoques y enlucidos de yeso..... | 8 |
| 2.2.4 Diagrama del proceso de producción del yeso..... | 8 |
| 2.2.5 Propiedades Del Yeso..... | 9 |
| 2.2.5.1 Finura de molido..... | 9 |
| 2.2.5.2 Fraguado..... | 9 |
| 2.2.5.3 Resistencia a compresión..... | 9 |

| | | |
|---|--|----|
| 2.2.5.4 | Aplicación del yeso artesanal | 10 |
| 2.2.6 | El cemento | 10 |
| 2.2.6.1 | Concepto | 10 |
| 2.2.6.2 | Clasificación del cemento portland..... | 11 |
| 2.2.6.3 | Características del cemento portland..... | 12 |
| 2.2.6.4 | El fraguado y el endurecido del cemento..... | 12 |
| 2.2.6.5 | Calor de hidratación del cemento..... | 12 |
| 2.2.6.6 | Función que desempeña el yeso en el cemento..... | 12 |
| 2.2.6.7 | Etapas De Fabricación Del Cemento | 12 |
| 2.3 | Marco normativo | 13 |
| 2.3.1 | Tipos de fracturas en briquetas cubicas sometidas a prueba de compresión simple..... | 14 |
| CAPITULO 3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN | | 16 |
| 3.1 | Hipótesis general | 16 |
| 3.2 | Hipótesis específicas | 16 |
| 3.3 | Operacionalización de variables..... | 16 |
| 3.3.1 | Variables | 16 |
| 3.3.1.1 | Variables independientes: | 16 |
| 3.3.1.2 | Variables dependientes: | 16 |
| 3.3.1.3 | Dimensiones | 16 |
| 3.3.1.4 | Indicadores..... | 17 |
| CAPITULO 4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | | 19 |
| 4.1 | Nivel, tipo, diseño, unidad de investigación | 19 |
| 4.1.1 | Nivel de investigación | 19 |
| 4.1.2 | Tipo de investigación | 19 |
| 4.1.3 | Diseño de la investigación | 19 |
| 4.1.4 | Unidad de análisis..... | 19 |
| 4.2 | Población y muestra | 20 |
| 4.2.1 | Población..... | 20 |
| 4.2.2 | Muestra | 20 |
| 4.3 | Tamaño de muestra..... | 20 |
| 4.4 | Ensayos realizados en laboratorio | 21 |
| 4.4.1 | Determinación de la relación agua/(yeso-cemento)..... | 21 |
| 4.4.1.1 | Método de medida de la fluidez de la pasta..... | 22 |
| 4.4.2 | Determinación del tiempo de fraguado inicial y final..... | 29 |
| 4.4.2.1 | Ensayo del aparato de la aguja de Vicat de acuerdo a la norma NTP 334.006..... | 29 |

| | | |
|---|--|-----|
| 4.4.2.2 | Material, Equipo e Insumos | 30 |
| 4.4.3 | Determinación de resistencia a compresión simple..... | 37 |
| 4.4.3.1 | Ensayo de compresión simple..... | 37 |
| 4.4.3.2 | Equipo, Materiales e insumos..... | 37 |
| CAPITULO 5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | | 44 |
| 5.1 | Recolección de la información..... | 44 |
| 5.1.1 | Procedimientos para selección de muestra | 44 |
| 5.1.1.1 | Criterios de inclusión..... | 44 |
| 5.1.1.2 | Criterios de exclusión..... | 46 |
| 5.2 | Resultados | 47 |
| 5.2.1 | Resultados del ensayo de la fluidez de la pasta..... | 48 |
| 5.2.2 | Resultados del ensayo del aparato de la aguja de Vicat..... | 52 |
| 5.2.2.1 | Resultados obtenidos de la proporción 100% yeso - 0% cemento. 52 | |
| 5.2.2.2 | Resultados obtenidos de la proporción 90% yeso - 10% cemento. 57 | |
| 5.2.2.3 | Resultados obtenidos de la proporción 80% yeso - 20% cemento. 62 | |
| 5.2.2.4 | Resultados obtenidos de la proporción 70% yeso - 30% cemento. 67 | |
| 5.2.2.5 | Resultados obtenidos de la proporción 60% yeso - 40% cemento. 73 | |
| 5.2.2.6 | Resultados obtenidos de la proporción 50% yeso - 50% cemento. 82 | |
| 5.2.3 | Resultados del ensayo de compresión simple de briquetas cúbicas .93 | |
| 5.2.3.1 | Resultados obtenidos de la proporción 100% yeso - 0% cemento .93 | |
| 5.2.3.2 | Resultados obtenidos de la proporción 90% yeso - 10% cemento .94 | |
| 5.2.3.3 | Resultados obtenidos de la proporción 80% yeso - 20% cemento .96 | |
| 5.2.3.4 | Resultados obtenidos de la proporción 70% yeso - 30% cemento .98 | |
| 5.2.3.5 | Resultados obtenidos de la proporción 60% yeso - 40% cemento .100 | |
| 5.2.3.6 | Resultados obtenidos de la proporción 50% yeso - 50% cemento.101 | |
| CAPITULO 6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | | 105 |
| 6.1 | Análisis de resultados..... | 105 |
| 6.1.1 | Análisis de la relación agua / (yeso - cemento)..... | 105 |
| 6.1.2 | Análisis de las lecturas obtenidas en el aparato de Vicat para el tiempo de fraguado inicial y final. | 106 |
| 6.1.3 | Análisis de resistencia a compresión simple..... | 113 |
| 6.1.3.1 | Análisis de fracturación de las briquetas cúbicas de L=5 cm | 117 |
| 6.1.4 | Análisis de costo unitario de enlucido de interiores sobre muros de ladrillo e=1,5cm..... | 120 |
| 6.1.4.1 | Rendimiento | 121 |
| 6.1.4.2 | Mano de obra | 121 |
| 6.1.4.3 | Materiales..... | 121 |

| | | |
|--|---|-----|
| 6.1.5 | Análisis de costo unitario de enlucido de interiores sobre cielo raso e=1,00 cm | 125 |
| 6.1.5.1 | Cantidad de materiales | 125 |
| 6.2 | Discusión de resultados..... | 129 |
| 6.2.1 | Determinación de la confiabilidad mediante el coeficiente de correlación de Pearson y coeficiente de determinación R² para el ensayo de la fluidez de la pasta..... | 129 |
| 6.2.2 | Determinación de la confiabilidad mediante el coeficiente de determinación R² para el ensayo de aguja de Vicat. | 132 |
| 6.2.3 | Análisis de la evolución de la resistencia a compresión simple. | 144 |
| 6.2.4 | Análisis de la variación del costo por metro cuadrado en pared y cielo raso..... | 145 |
| CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 148 |
| 7.1 | Conclusiones..... | 148 |
| 7.1.1 | Conclusión general | 148 |
| 7.1.2 | Conclusión específica | 148 |
| | Conclusión específica N° 1..... | 148 |
| | Conclusión específica N° 2:..... | 148 |
| | Conclusión específica N° 3:..... | 149 |
| | Conclusión específica N° 4:..... | 149 |
| 7.2 | Recomendaciones | 150 |
| | Recomendación N°1 | 150 |
| | Recomendación N°2..... | 150 |
| | Recomendación N°3..... | 150 |
| | Recomendación N°4..... | 150 |
| 7.3 | Implicancias para futuras investigaciones..... | 151 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | | 152 |
| APÉNDICE Y ANEXOS..... | | 154 |
| 1. | Panel fotográfico..... | 154 |
| 2. | Ficha de observación de laboratorio | 199 |
| 3. | Constancia de uso de laboratorio..... | 220 |
| 4. | Costo hora hombre para el Cusco..... | 221 |
| 5. | Cotización de materiales incluido el I.G.V..... | 222 |
| 6. | Matriz de consistencia | 223 |

INDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|---|------|
| Tabla 1. | Normas utilizadas en la experimentación..... | xxvi |
| Tabla 2. | Aplicaciones del yeso. | 10 |
| Tabla 3. | Tipos de cemento..... | 11 |
| Tabla 4. | Tamaño de muestra para el ensayo del aparato Vicat. | 20 |
| Tabla 5. | Tamaño de muestra para el ensayo a compresión simple. | 21 |
| Tabla 6. | Lista de proporciones para el ensayo..... | 33 |
| Tabla 7. | Relación agua / (yeso - cemento) de E-01..... | 48 |
| Tabla 8. | Relación agua / (yeso - cemento) de E-02..... | 49 |
| Tabla 9. | Relación agua / (yeso - cemento) de E-03..... | 49 |
| Tabla 10. | Relación de agua / (yeso - cemento) de E-04..... | 50 |
| Tabla 11. | Relación agua / (yeso - cemento) E-05..... | 50 |
| Tabla 12. | Relación agua / (yeso - cemento) de E-06..... | 51 |
| Tabla 13. | Resumen de los resultados obtenidos del ensayo de fluidez de la pasta relación agua / (yeso - cemento)..... | 51 |
| Tabla 14. | Proporción V-01-01..... | 52 |
| Tabla 15. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-01-01, Parte A..... | 52 |
| Tabla 16. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-01-01, Parte B..... | 53 |
| Tabla 17. | Tiempo de fraguado inicial y final de V-01-01..... | 54 |
| Tabla 18. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-01-02..... | 54 |
| Tabla 19. | Tiempo de fraguado inicial y final de V-01-02..... | 55 |
| Tabla 20. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-01-03, Parte A..... | 55 |
| Tabla 21. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-01-03, Parte B..... | 56 |
| Tabla 22. | Tiempo de fraguado inicial y final de V-01-03..... | 56 |
| Tabla 23. | Resumen de tiempo de fraguado inicial y final de V-01..... | 56 |
| Tabla 24. | Cantidad de insumos para el ensayo V-02-01..... | 57 |
| Tabla 25. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-02-01, Parte A..... | 57 |
| Tabla 26. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-02-01, Parte B..... | 58 |
| Tabla 27. | Tiempo de fraguado inicial y final de V-02-01..... | 58 |

| | |
|---|----|
| Tabla 28. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-02-02..... | 59 |
| Tabla 29. tiempo de fraguado inicial y final de V-02-02..... | 60 |
| Tabla 30. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-02-03. Parte A..... | 60 |
| Tabla 31. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-02-03. Parte B..... | 61 |
| Tabla 32. Tiempo de fraguado inicial y final de V-02-03..... | 61 |
| Tabla 33. Resumen tiempo de fraguado inicial y final de V-02..... | 62 |
| Tabla 34. Cantidad de insumos para el ensayo V-03-01..... | 62 |
| Tabla 35. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-03-01. Parte A..... | 62 |
| Tabla 36. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-03-01. Parte B..... | 63 |
| Tabla 37. Tiempo de fraguado inicial y final de V-03-01..... | 64 |
| Tabla 38. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-03-02. Parte A..... | 64 |
| Tabla 39. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-03-02. Parte B..... | 65 |
| Tabla 40. Tiempo de fraguado inicial y final de V-03-02..... | 65 |
| Tabla 41. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-03-03..... | 66 |
| Tabla 42. Tiempo de fraguado inicial y final de V-03-03..... | 67 |
| Tabla 43. Resumen de tiempo de fraguado inicial y final de V-03..... | 67 |
| Tabla 44. Cantidad de insumos para el ensayo V-04-01..... | 67 |
| Tabla 45. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-04-01..... | 68 |
| Tabla 46. Tiempo de fraguado inicial y final de V-04-01..... | 69 |
| Tabla 47. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-04-02. Parte A..... | 69 |
| Tabla 48. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-04-02. Parte B..... | 70 |
| Tabla 49. Tiempo de fraguado inicial y final de V-04-02..... | 71 |
| Tabla 50. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-04-03. Parte A..... | 71 |
| Tabla 51. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-04-03. Parte B..... | 72 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabla 52. | Tiempo de fraguado inicial y final de V-04-03..... | 72 |
| Tabla 53. | Resumen de tiempo de fraguado inicial y final de V-04..... | 73 |
| Tabla 54. | Cantidad de insumos para el ensayo V-05-01 | 73 |
| Tabla 55. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-05-01. Parte A..... | 73 |
| Tabla 56. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-05-01. Parte B..... | 74 |
| Tabla 57. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-05-01. Parte C..... | 75 |
| Tabla 58. | Tiempo de fraguado inicial y final de V-05-01 | 76 |
| Tabla 59. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-05-02. Parte A..... | 76 |
| Tabla 60. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-05-02. Parte B..... | 77 |
| Tabla 61. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-05-02. Parte C..... | 78 |
| Tabla 62. | Tiempo de fraguado inicial y final de V-05-02..... | 79 |
| Tabla 63. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-05-03. Parte A..... | 79 |
| Tabla 64. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-05-03. Parte B..... | 80 |
| Tabla 65. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-05-03. Parte C..... | 81 |
| Tabla 66. | Tiempo de fraguado inicial y final de V-05-03..... | 82 |
| Tabla 67. | Resumen de tiempo de fraguado inicial y final de V-05..... | 82 |
| Tabla 68. | Cantidad de insumos para el ensayo V-06. | 82 |
| Tabla 69. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-06-01. Parte A..... | 83 |
| Tabla 70. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-06-01. Parte B..... | 84 |
| Tabla 71. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-06-01. Parte C..... | 85 |
| Tabla 72. | Tiempo de fraguado inicial y final de V-06-01..... | 86 |
| Tabla 73. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-06-02. Parte A..... | 86 |
| Tabla 74. | Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-06-02. Parte B..... | 87 |

| | |
|---|----|
| Tabla 75. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-06-02. Parte C..... | 88 |
| Tabla 76. Tiempo de fraguado inicial y final de V-06-02..... | 88 |
| Tabla 77. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-06-03. Parte A..... | 89 |
| Tabla 78. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-06-03. Parte B..... | 90 |
| Tabla 79. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-06-03. Parte C..... | 91 |
| Tabla 80. Tiempo de fraguado de V-06-03..... | 91 |
| Tabla 81. Resumen de tiempo de fraguado inicial y final de V-06..... | 91 |
| Tabla 82. Resumen general de resultados del tiempo de fraguado Inicial para cada espécimen. | 92 |
| Tabla 83. Resumen general de resultados del tiempo de fraguado Final para cada espécimen. | 92 |
| Tabla 84. Datos de mezcla para el vaciado de briquetas cúbicas L=5cm de C-01..... | 93 |
| Tabla 85. Resultados de ensayo a compresión simple briquetas cúbicas C-01 en laboratorio, Parte A. | 93 |
| Tabla 86. Resultados de ensayo a compresión briquetas cúbicas C-01 en laboratorio, Parte B..... | 94 |
| Tabla 87. Resumen de Resultados de compresión simple C-01..... | 94 |
| Tabla 88. Datos de mezcla para el vaciado de briquetas cúbicas L=5cm de C-02..... | 95 |
| Tabla 89. Resultados de ensayo a compresión simple briquetas cúbicas C-02, Parte A..... | 95 |
| Tabla 90. Resultados de ensayo a compresión simple briquetas cúbicas C-02, Parte B..... | 96 |
| Tabla 91. Resumen de Resultados de compresión simple C-02..... | 96 |
| Tabla 92. Datos de mezcla para el vaciado de briquetas cúbicas L=5cm de C-03..... | 96 |
| Tabla 93. Resultados de ensayo a compresión simple briquetas cúbicas C-03..... | 97 |
| Tabla 94. Resumen de Resultados de compresión simple C-03..... | 98 |
| Tabla 95. Datos de mezcla para el vaciado de briquetas cúbicas L=5cm de C-04..... | 98 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 96. Resultados de ensayo a compresión simple briquetas cúbicas C-04, Parte A..... | 98 |
| Tabla 97. Resultados de ensayo a compresión simple briquetas cúbicas C-04, Parte B..... | 99 |
| Tabla 98. Resumen de Resultados de compresión simple C-04..... | 99 |
| Tabla 99. Datos de mezcla para el vaciado de briquetas cúbicas L=5cm de C-05..... | 100 |
| Tabla 100. Resultados de ensayo a compresión simple briquetas cúbicas C-05, Parte A..... | 100 |
| Tabla 101. Resultados de ensayo a compresión simple briquetas cúbicas C-05, Parte B..... | 101 |
| Tabla 102. Resumen de Resultados de compresión simple C-05..... | 101 |
| Tabla 103. Datos de mezcla para el vaciado de briquetas cúbicas L=5 cm de C-06..... | 101 |
| Tabla 104. Resultados de ensayo a compresión simple briquetas cúbicas C-06..... | 102 |
| Tabla 105. Resumen de Resultados de compresión simple C-06..... | 103 |
| Tabla 106. Resumen general de resultados de compresión simple. Parte A... 103 | |
| Tabla 107. Resumen general de resultados de compresión simple. Parte B... 104 | |
| Tabla 108. Resultados del ensayo de fluidez de la pasta relación agua/(yeso-cemento)..... | 105 |
| Tabla 109. Resumen de resultados del tiempo de fraguado inicial..... | 111 |
| Tabla 110. Resumen de resultados del tiempo de fraguado Final para cada espécimen.. | 112 |
| Tabla 111. Análisis de las resistencias a compresión simple de los especímenes. | 114 |
| Tabla 112. Análisis de precio unitarios para enlucido de 100% yeso – 0% cemento sobre muros de ladrillo e=1,5 cm..... | 122 |
| Tabla 113. Análisis de precio unitarios para enlucido de 90% yeso – 10% cemento sobre muros de ladrillo e=1,5cm..... | 123 |
| Tabla 114. Análisis de precio unitarios para enlucido de 80% yeso – 20% cemento sobre muros de ladrillo e=1,5cm..... | 124 |
| Tabla 115. Análisis de precio unitarios para enlucido de 70% yeso – 30% cemento sobre muros de ladrillo e=1,5cm..... | 125 |
| Tabla 116. Análisis de precio unitarios para enlucido de 100% yeso – 0% cemento sobre cielo raso e=1cm..... | 126 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 117. Análisis de precio unitarios para enlucido de 90% yeso – 10% cemento sobre cielo raso e=1cm. | 127 |
| Tabla 118. Análisis de precio unitarios para enlucido de 80% yeso – 20% cemento sobre cielo raso e=1cm. | 128 |
| Tabla 119. Análisis de precio unitarios para enlucido de 70% yeso – 30% cemento sobre cielo raso e=1cm. | 129 |
| Tabla 120. Cálculos previos para hallar el coeficiente de determinación R² ... | 130 |
| Tabla 121. Cálculos previos para hallar el coeficiente de determinación R² . . | 132 |
| Tabla 122. Cálculos previos para hallar el coeficiente de determinación R² ... | 134 |
| Tabla 123. Cálculos previos para hallar el coeficiente de determinación R² ... | 135 |
| Tabla 124. Cálculos previos para hallar el coeficiente de determinación R² ... | 137 |
| Tabla 125. Cálculos previos para hallar el coeficiente de determinación R² . | |
| Parte A..... | 139 |
| Tabla 126. Cálculos previos para hallar el coeficiente de determinación R² . | |
| Parte B..... | 140 |
| Tabla 127. Cálculos previos para hallar el coeficiente de determinación R² ... | 142 |

INDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|--|----|
| Figura 1. | Proceso de producción de yeso | 9 |
| Figura 2. | Etapas de fabricación del cemento | 13 |
| Figura 3. | Tipo 1 (Fracturación extensional simple). | 14 |
| Figura 4. | Tipo 2 (Fracturación extensional columnar). | 14 |
| Figura 5. | Tipo 3 (Fracturación por cizalla) | 14 |
| Figura 6. | Tipo 4 (Fracturación por cizalla columnar). | 15 |
| Figura 7. | Esquema de operacionalización de variables | 18 |
| Figura 8. | Recolección de datos en la determinación agua/(yeso-cemento).... | 22 |
| Figura 9. | Molde de Caucho Tronco Cónico | 22 |
| Figura 10. | Medida de agua 500 g. | 23 |
| Figura 11. | Proceso del polvoreado. | 23 |
| Figura 12. | Reposo de la mezcla. | 24 |
| Figura 13. | Reposo de la mezcla. | 24 |
| Figura 14. | Mezclado en forma de ochos durante 30s. | 24 |
| Figura 15. | Reposo de la mezcla durante 30 segundos. | 25 |
| Figura 16. | Mezclado en forma de ochos durante 30 segundos. | 25 |
| Figura 17. | Colocación de la mezcla en el molde. | 26 |
| Figura 18. | Enrasado de la mezcla en el molde. | 26 |
| Figura 19. | Formación de la galleta de escurrimiento. | 27 |
| Figura 20. | Diámetro que no se encuentra dentro de los parámetros..... | 27 |
| Figura 21. | Diámetro que si se encuentra dentro de los parámetros..... | 28 |
| Figura 22. | Medición de diámetros perpendiculares..... | 28 |
| Figura 23. | Equipo de Vicat manual. | 30 |
| Figura 24. | Mezcla heterogénea yeso-cemento. | 31 |
| Figura 25. | Mezcla homogénea yeso-cemento..... | 31 |
| Figura 26. | Implementos antes de iniciar el ensayo de Vicat..... | 31 |
| Figura 27. | Equipo y materiales para realizar el ensayo. | 32 |
| Figura 28. | Realización del ensayo de Vicat..... | 32 |
| Figura 29. | Vertido de agua al recipiente. | 33 |
| Figura 30. | Vertido de mezcla yeso - cemento al molde tronco de cono. | 34 |
| Figura 31. | Realización del enrasado de pasta en exceso..... | 34 |
| Figura 32. | Suavizado de la superficie del espécimen. | 35 |
| Figura 33. | Determinación del tiempo de fraguado inicial. | 36 |
| Figura 34. | Determinación del tiempo de fraguado final..... | 36 |
| Figura 35. | Inicio del vaciado de briquetas cúbicas de L=5cm..... | 37 |

| | |
|--|-----|
| Figura 36. Compresora. | 38 |
| Figura 37. Variaciones permisibles de moldes cúbicos..... | 38 |
| Figura 38. Moldes cúbicos de L= 5 cm | 39 |
| Figura 39. Aplicación de aceite en los moldes. | 39 |
| Figura 40. Presentación de los cubos antes de realizar en ensayo a compresión. | 40 |
| Figura 41. Lijado de las caras de los especímenes | 41 |
| Figura 42. Verificación de la verticalidad y dimensión..... | 41 |
| Figura 43. Control de verticalidad y dimensión de los especímenes..... | 41 |
| Figura 44. Codificado de especímenes | 42 |
| Figura 45. Colocado de espécimen en la prensa | 42 |
| Figura 46. Verificación de la carga máxima..... | 43 |
| Figura 47. Especímenes que cumplen con las medidas establecidas en el rango de diámetros perpendiculares entre 150mm y 200mm | 44 |
| Figura 48. Especímen que cumple con lo establecido en la norma..... | 45 |
| Figura 49. Especímenes del ensayo de Vicat realizados en laboratorio | 45 |
| Figura 50. Briquetas cúbicas que cumplen con las medidas establecidas..... | 45 |
| Figura 51. Morfología diferente en el ensayo de la fluidez de la pasta..... | 46 |
| Figura 52. Dimensiones fuera del rango de diámetros..... | 46 |
| Figura 53. Especímenes con morfología que no cumple con las medidas establecidas..... | 46 |
| Figura 54. Análisis de la relación agua / (yeso - cemento) - (yeso + cemento)..... | 106 |
| Figura 55. Representación gráfica de la variación de la penetración en mm desde el inicio de las lecturas hasta el tiempo de fraguado final del espécimen V- 01..... | 107 |
| Figura 56. Variación de la penetración en mm desde el inicio de las lecturas hasta el tiempo de fraguado final del espécimen V-02..... | 108 |
| Figura 57. Representación gráfica de la variación de la penetración en mm desde el inicio de las lecturas hasta el tiempo de fraguado final del espécimen V- 03..... | 108 |
| Figura 58. Representación gráfica de la variación de la penetración en mm desde el inicio de las lecturas hasta el tiempo de fraguado final del espécimen V- 04..... | 109 |
| Figura 59. Representación gráfica de la variación de la penetración en mm desde el inicio de las lecturas hasta el tiempo de fraguado final del espécimen V- 05..... | 110 |

| | |
|---|-----|
| Figura 60. Representación gráfica de la variación de la penetración en mm desde el inicio de las lecturas hasta el tiempo de fraguado final del espécimen V-06..... | 110 |
| Figura 61. Gráfico del tiempo fraguado inicial para cada espécimen determinado por el aparato de aguja de Vicat..... | 112 |
| Figura 62. Gráfico del tiempo de fraguado final de cada espécimen en el ensayo de aparato de la aguja de Vicat..... | 113 |
| Figura 63. Análisis de la evolución de la resistencia a compresión simple de la proporción 100% yeso - 0% cemento | 114 |
| Figura 64. Análisis de la evolución de la resistencia a compresión simple de la proporción 90% yeso - 10% cemento | 115 |
| Figura 65. Análisis de la evolución de la resistencia a compresión simple de la proporción 80% yeso - 20% cemento | 115 |
| Figura 66. Análisis de la evolución de la resistencia a compresión simple de la proporción 70% yeso - 30% cemento | 116 |
| Figura 67. Análisis de la evolución de la resistencia a compresión simple de la proporción 60% yeso - 40% cemento | 116 |
| Figura 68. Análisis de la evolución de la resistencia a compresión simple de la proporción 50% yeso - 50% cemento | 117 |
| Figura 69. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 100% yeso – 0% cemento..... | 118 |
| Figura 70. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 90% yeso – 10% cemento..... | 118 |
| Figura 71. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 80% yeso – 20% cemento..... | 119 |
| Figura 72. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 70% yeso – 30% cemento..... | 119 |
| Figura 73. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 60% yeso – 40% cemento..... | 120 |
| Figura 74. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 50% yeso – 50% cemento..... | 120 |
| Figura 75. Análisis de la relación agua / (yeso-cemento) - (%yeso + %cemento)..... | 131 |
| Figura 76. Representación gráfica del ajuste de los datos en la función polinómica..... | 133 |
| Figura 77. Representación gráfica del ajuste de los datos en la función polinómica..... | 135 |

| | |
|--|-----|
| Figura 78. Representación gráfica del ajuste de los datos en la función polinómica..... | 136 |
| Figura 79. Representación gráfica del ajuste de los datos en la función polinómica..... | 138 |
| Figura 80. Representación gráfica del ajuste de los datos a la función potencial | 141 |
| Figura 81. Representación gráfica del ajuste de los datos a la función potencial..... | 143 |
| Figura 82. Visualización del comportamiento de la resistencia a compresión en las edades de 2,4,8,16 y 28 días: | 144 |
| Figura 83. Resistencia alcanzada a los 28 días de las briquetas cúbicas L=5cm..... | 145 |
| Figura 84. Variación del costo unitario por m ² en enlucidos sobre pared de albañilería e=1.5cm | 146 |
| Figura 85. Variación del costo unitario por m ² en enlucidos sobre cielo raso e=1cm..... | 146 |
| Figura 86. Exterior del almacén | 154 |
| Figura 87. Interior de almacén | 154 |
| Figura 88. Tesista Holguer Huaraka Mendoza..... | 155 |
| Figura 89. Tesista Erwin Leon Huacac..... | 155 |
| Figura 90. Inicio de la realización de la fluidez de la pasta 100% yeso - 0% cemento..... | 156 |
| Figura 91. Elaboración de la galleta de la proporción 100% yeso - 0% cemento..... | 156 |
| Figura 92. Medición de la cantidad de agua en gramos= 500g de agua..... | 157 |
| Figura 93. Realización de la galleta para la proporción 90% yeso - 10% cemento..... | 157 |
| Figura 94. Se visualiza la medida de los diámetros de la galleta de escurrimiento para la proporción 90% yeso - 10% cemento..... | 158 |
| Figura 95. visualización de materiales antes de la mezcla de la proporción 90% yeso - 10% cemento..... | 158 |
| Figura 96. Materiales para la realización el ensayo de medida de fluidez de la pasta proporción 80% yeso - 20% de cemento | 159 |
| Figura 97. Realización del medido de los diámetros perpendiculares de la proporción 80% de yeso - 20% de cemento..... | 159 |
| Figura 98. Materiales de para realizar galletas de proporción 70% yeso - 30% cemento..... | 160 |

| | |
|--|-----|
| Figura 99. Proceso de preparación de mezcla y control de tiempos de mezclado de la proporción 70% yeso - 30% cemento | 160 |
| Figura 100. Medición de diámetros perpendiculares de la galleta de proporción 70% yeso - 30% cemento | 161 |
| Figura 101. Materiales para realizar el ensayo de la fluidez de la pasta de la proporción 60% yeso - 40% cemento | 161 |
| Figura 102. Proceso del mezclado y control de los tiempos de la proporción 60% yeso - 40% cemento..... | 162 |
| Figura 103. Galleta de escurrimiento de la proporción 60% yeso - 40% cemento..... | 162 |
| Figura 104. Medición de la galleta de la proporción 60% yeso - 40% cemento | 163 |
| Figura 105. Control de tiempos y cumplimiento de los procesos del mezclado | 163 |
| Figura 106. Vertido de la mezcla al molde tronco cónico proporción 50% yeso - 50% cemento..... | 164 |
| Figura 107. Medición de los diámetros perpendiculares de la galleta de escurrimiento de proporción 50% yeso - 50% cemento..... | 164 |
| Figura 108. Medición de los diámetros perpendiculares de la galleta de proporción 50% yeso - 50% cemento | 165 |
| Figura 109. Inicio de la prueba de la aguja de Vicat | 165 |
| Figura 110. Realización del ensayo de la aguja de Vicat de la proporción 100% yeso - 0% cemento..... | 166 |
| Figura 111. Vertido de agua para realizar la mezcla de 100% yeso - 0% cemento..... | 166 |
| Figura 112. Polvoreado al recipiente con agua de la proporción 100% yeso - 0% cemento..... | 167 |
| Figura 113. Control y verificación del tiempo de mezcla de la proporción 100% yeso - 0% cemento..... | 167 |
| Figura 114. Vertido de la mezcla al molde tronco cónico de proporción 100% yeso - 0% cemento..... | 168 |
| Figura 115. Verificación y registro de lecturas de ensayo de Vicat proporción 100% yeso - 0% cemento | 168 |
| Figura 116. Espécimen después de la lectura de penetración de la proporción 100% yeso - 0% cemento | 169 |
| Figura 117. Visualización de la penetración realizada en el ensayo de la aguja de Vicat proporción 100% yeso - 0% cemento..... | 169 |
| Figura 118. Toma de lectura de las penetraciones para la proporción 100% yeso - 0% cemento..... | 170 |

| | |
|---|-----|
| Figura 119. Visualización de los especímenes de la proporción 100% yeso - 0% cemento..... | 170 |
| Figura 120. Realización de ensayo de Vicat de la proporción 90% yeso - 10% cemento..... | 171 |
| Figura 121. Preparación de la mezcla proporción 90% yeso - 10% cemento ... | 171 |
| Figura 122. Control y verificación del preparado de la mezcla 90% yeso - 10% cemento..... | 172 |
| Figura 123. Enrasado en el molde tronco cónico proporción 90% yeso - 10% cemento..... | 172 |
| Figura 124. Registro de las lecturas de penetración y tiempo de la proporción 90% yeso - 10% cemento | 173 |
| Figura 125. : Verificación de los especímenes de 90% yeso - 10% cemento ... | 173 |
| Figura 126. Visualización y control de cantidad de los especímenes ensayados de proporción 90% yeso - 10% cemento | 174 |
| Figura 127. Realización del ensayo de Vicat de la proporción 80% yeso - 20% cemento..... | 174 |
| Figura 128. Materiales para la realización de la proporción 80% yeso - 20% cemento..... | 175 |
| Figura 129. Visualización antes del mezclado proporción 80% yeso - 20% cemento..... | 175 |
| Figura 130. visualización de la mezcla homogénea de la proporción 80% yeso - 20% cemento..... | 176 |
| Figura 131. Vertido de agua en la proporción 80% yeso - 20% cemento..... | 176 |
| Figura 132. Proceso del mezclado de la proporción 80% yeso - 20% cemento | 177 |
| Figura 133. realización del control de las lecturas de penetración y tiempo de la proporción 80% yeso - 20% cemento | 177 |
| Figura 134. Especímenes de la proporción 80% yeso - 20% cemento | 178 |
| Figura 135. Control de las lecturas del ensayo de Vicat de proporción 70% yeso - 30% cemento..... | 178 |
| Figura 136. Registro de lecturas de tiempo y penetración de la aguja de Vicat proporción 70% yeso - 30% cemento | 179 |
| Figura 137. Operación del equipo de Vicat proporción 70% yeso - 30% cemento..... | 179 |
| Figura 138. Realización del ensayo de Vicat de la proporción 60% yeso - 40% cemento..... | 180 |
| Figura 139. Registro y control de las lecturas de la penetración y tiempo en la proporción 60% yeso - 40% cemento | 180 |

| | |
|---|-----|
| Figura 140. Inicio del vaciado de las briquetas cúbicas L=5 cm | 181 |
| Figura 141. Realización del mezclado de la pasta para las briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 100% yeso - 0% cemento | 181 |
| Figura 142. Equipos y materiales antes del vaciado de las briquetas cúbicas de L=5cm de proporción 100% yeso - 0% cemento | 182 |
| Figura 143. Verificación y control de la mezcla y moldes cúbicos para la proporción 100% yeso - 0% cemento | 182 |
| Figura 144. : Verificación y control de tiempos de mezclado para el vaciado de las briquetas cúbicas L:5cm proporción 100% yeso - 0% cemento..... | 183 |
| Figura 145. Realización del vaciado de las briquetas cúbicas de la proporción 100% yeso - 0% cemento | 183 |
| Figura 146. Visualización de los especímenes antes de ser desencofrados de la proporción 100% yeso - 0% cemento | 184 |
| Figura 147. Desencofrado de las briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 100% yeso - 0% cemento | 184 |
| Figura 148. Visualización de las briquetas cúbicas L=5cm proporción 100% yeso - 0% cemento..... | 184 |
| Figura 149. Codificación de las briquetas cúbicas C-01 que pertenecen a la proporción 100% yeso - 0% cemento | 185 |
| Figura 150. Realización del vaciado de las briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 90% yeso - 10% cemento | 185 |
| Figura 151. Realización del mezclado de la pasta para el vaciado de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 90% yeso - 10% cemento..... | 186 |
| Figura 152. Proceso del vaciado y enrasado de las briquetas cúbicas L= 5cm proporción 90% yeso - 10% cemento | 186 |
| Figura 153. Verificación y control de tiempos antes del desencofrado de las briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 90% yeso - 10% cemento | 187 |
| Figura 154. Desencofrado de las briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 90% yeso - 10% cemento..... | 187 |
| Figura 155. Control de la verticalidad del espécimen..... | 188 |
| Figura 156. Control de las dimensiones de espécimen previo al ensayo de compresión | 188 |
| Figura 157. Control de dimensiones de las briquetas cúbicas..... | 188 |
| Figura 158. Especímenes después de la realización del ensayo de compresión..... | 189 |
| Figura 159. Identificación del tipo de falla de las briquetas cúbicas | 189 |

| | |
|---|-----|
| Figura 160. Identificación del tipo de falla de las briquetas cúbicas e indicando la edad del espécimen | 190 |
| Figura 161. Especímenes después del ensayo a compresión simple | 190 |
| Figura 162. Equipo utilizado para el ensayo a compresión simple | 191 |
| Figura 163. Realización de la prueba de compresión simple..... | 191 |
| Figura 164. Ensayo a compresión de las briquetas cúbicas y realización de las lecturas..... | 192 |
| Figura 165. Briquetas cúbicas previo al ensayo de compresión | 192 |
| Figura 166. Realización del ensayo a compresión simple | 193 |
| Figura 167. Realización de las lecturas de compresión simple | 193 |
| Figura 168. Realización de prueba a compresión simple..... | 194 |
| Figura 169. Elaboración de la prueba a compresión simple de la proporción 90% yeso - 10 cemento | 194 |
| Figura 170. Elaboración de la prueba a compresión simple de la proporción 80% yeso - 20 cemento | 195 |
| Figura 171. Elaboración de la prueba a compresión simple de la proporción 70% yeso - 30 cemento | 195 |
| Figura 172. Elaboración de la prueba a compresión simple de la proporción 60% yeso - 40 cemento | 195 |
| Figura 173. Elaboración de la prueba a compresión simple de la proporción 50% yeso - 50 cemento | 196 |
| Figura 174. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 100% yeso – 0% cemento..... | 196 |
| Figura 175. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 90% yeso – 10% cemento..... | 196 |
| Figura 176. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 80% yeso – 20% cemento..... | 197 |
| Figura 177. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 70% yeso – 30% cemento..... | 197 |
| Figura 178. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 60% yeso – 40% cemento..... | 197 |
| Figura 179. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 50% yeso – 50% cemento..... | 198 |

GLOSARIO DE TERMINOS

Yeso: “Es un producto multifase producido por la calcinación y molienda de la piedra aljez o piedra de yeso y que, al amasarse con agua, tiene la propiedad de poder endurecer mediante un proceso físico – químico, denominado fraguado, y que es utilizado como conglomerante y para revestimiento”. (Manual de Ejecución Revestimiento con Yeso, 2023, p.3)

Fraguar: “Es el fenómeno físico químico del yeso, que al ser amasado con el agua esta se endurece con un plazo breve” (Villarino, 2009, p.36)

Revolvér: “Acción de mezclar con una cuchara.” (Norma Europea [EN]-13279-2,2014)

Enrasar: “Proceso por el cual se nivela a la parte superior del molde.” (Norma Europea [EN]-13279-2,2014)

Enlucido: “Se aplica para revestir superficies en paredes y en techos, cuando su terminación deba realizarse con pinturas lisas o acabados de análogo poder cubriente” (Manual de Ejecución Revestimiento con Yeso, 2023, p.8).

Cielo raso: “El cielo raso se realiza aplicando una capa horizontal de yeso bajo losa de hormigón con una superficie regular, uniforme, limpia y de buen aspecto sobre la que se puede realizar una diversidad de terminados y acabados” (Construcción de viviendas y edificios – EMI, s.f.).

Costo unitario: Es la suma de costo unitario de mano de obra más costo unitario de materiales más el costo unitario de equipos y herramientas.

Conglomerantes: “Cuando se mezcla con agua, el conglomerante a base de yeso se emplea para sujetar partículas sólidas formando una masa coherente mediante un proceso de fraguado” (Manual de Ejecución Revestimiento con Yeso, 2023, p.83).

Fluidez de la pasta: “Capacidad de la pasta para resistir asentamiento gradual y deformación sin agrietarse del escurrimiento de la pasta.” (Norma Europea [EN]-13279-2, 2014)

Compresión: “Es una de las propiedades del yeso, se conoce que, si se desea obtener una mayor resistencia de este, se debe realizar una mezcla con el mínimo exceso de agua para así obtener mayor densidad y fuerza. En conclusión, la resistencia final del yeso tiene una relación directamente proporcional a la densidad del producto fraguado” (Craig, Como citó Carrillo E., 2022).

Mezcla yeso – cemento: Unión o reunión de conglomerantes de yeso y cemento.

Cemento: “El cemento es un producto comercial el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación otro material llamado agregado, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida.” (Abanto, 2009, p.15)

Trabajabilidad: Es el tiempo de paso del líquido a plástico y el tiempo de duración del estado plástico.

Diámetro de la galleta de escurrimiento: “Es la medida de dos puntos opuestos diametralmente del escurrimiento de la pasta del molde troncocónico.” (Norma Europea [EN] 13279-2, 2014)

Escayola: “Yeso fino calcinado, utilizado en construcción para fabricar placas y elementos ornamentales.” (Real Academia Española [RAE], 2022)

Relación agua/(yeso-cemento): Relación agua/polvo

Tabla 1. Normas utilizadas en la experimentación.

| NORMAS UTILIZADAS | |
|-----------------------------|---|
| NTP 334.051:2022 | Norma Técnica Peruana para determinar la resistencia a la compresión de morteros a base de yeso usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. |
| NTP 334.006:2019 | Norma Técnica Peruana para determinar el tiempo de fraguado inicial y final. |
| NTP 334.009:2020 | Norma Técnica Peruana de Cementos, Cemento Hidráulico, cemento, Requisitos. |
| UNE-EN-13279-2: 2014 | Norma Europea que se usó para obtener la relación agua/(yeso-cemento), por el método de la medida de la fluidez de la pasta. |
| ASTM-C109:2023 | Este método de ensayo cubre la determinación de la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico, utilizando especímenes cúbicos de 2pulg o [50mm]. |
| ASTM-C472:2020 | “Standard test methods for physical testing of gypsum, gypsum plasters, and gypsum concrete”: métodos de prueba estándar para pruebas físicas de yeso, yeso y concreto de yeso. |
| ASTM-C150:2020 | Especificación estándar del cemento portland. |

Fuente: Elaboración Propia.

RESUMEN

La presente investigación se centra en mejorar las propiedades del yeso utilizado para enlucidos interiores, así como el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión. Con este propósito, se realizaron experimentos utilizando mezclas de yeso con cemento en diferentes proporciones: 90% de yeso y 10% de cemento, 80% de yeso y 20% de cemento, 70% de yeso y 30% de cemento, 60% de yeso y 40% de cemento, así como 50% de yeso y 50% de cemento con medios y materiales que pueden conseguirse en la ciudad del Cusco. Se utilizó como referencia la mezcla de 100% de yeso y 0% de cemento (yeso patrón).

Los experimentos se realizaron cumpliendo estrictamente con la norma UNE-13279:2,2014, que sirvió como punto de partida para la investigación. Inicialmente, se determinó la relación agua/polvo obteniendo valores entre 0,50 y 1,00 mediante el método de medida de la fluidez de la pasta.

Con base en los resultados de la fluidez de la pasta, se prepararon pastas de cada proporción para llevar a cabo ensayos con el aparato de la aguja de Vicat, según la norma NTP-334:006, 2019, y ensayos de compresión simple conforme a la norma NTP-334.051:2022. Estos ensayos permitieron obtener los tiempos de fraguado inicial y final de las mezclas, así como la resistencia a la compresión de morteros cúbicos de yeso con cemento.

Finalmente, se llevó a cabo un análisis del costo unitario por metro cuadrado de pared y cielo raso para los enlucidos interiores de las proporciones que mostraron propiedades superiores o similares al patrón de 100% de yeso y 0% de cemento. Para este análisis, se consideraron los rendimientos de las partidas y se utilizó el procedimiento de cálculo de materiales descrito en el libro de Costos y Presupuestos en Edificación de CAPECO.

Los resultados obtenidos se presentan en cuadros y gráficos que muestran la variabilidad respecto al patrón de 100% de yeso y 0% de cemento.

Palabra clave: yeso, cemento, fluidez, fraguado, compresión, enlucido, costo.

ABSTRACT

The present research focuses on improving the properties of plaster used for interior plastering, as well as setting time and compressive strength. For this purpose, experiments were carried out using mixtures of gypsum with cement in different proportions: 90% gypsum and 10% cement, 80% gypsum and 20% cement, 70% gypsum and 30% cement, 60% plaster and 40% cement, as well as 50% plaster and 50% cement with means and materials that can be obtained in the city of Cusco. The mixture of 100% plaster and 0% cement (standard plaster) was used as a reference.

The experiments were carried out in strict compliance with the UNE-13279:2,2014 standard, which served as a starting point for the research. Initially, the water/powder ratio was determined, obtaining values between 0.50 and 1.00 using the paste fluidity measurement method.

Based on the results of the fluidity of the paste, pastes of each proportion were prepared to carry out tests with the Vicat needle apparatus, according to the NTP-334:006, 2019 standard, and simple compression tests according to the NTP-334.051:2022 standard. These tests allowed us to obtain the initial and final setting times of the mixtures, as well as the compressive strength of cubic gypsum mortars with cement.

Finally, an analysis of the unit cost per square meter of wall and ceiling was carried out for the interior plasters of the proportions that showed properties superior to or similar to the 100% plaster and 0% cement pattern. For this analysis, the performance of the items was considered and the materials calculation procedure described in the CAPECO Building Costs and Budgets book was used.

The results obtained are presented in tables and graphs that show the variability with respect to the pattern of 100% plaster and 0% cement.

Keyword: plaster, cement, fluidity, setting, compression, plastering, cost.

INTRODUCCIÓN

El uso del material yeso en la ciudad del Cusco es muy diverso en la construcción, se usa ampliamente como material de revoque, así como enlucidos interiores y enlucidos exteriores, también como material de pega en mampostería.

El yeso posee ventajas de endurecer tempranamente por su alto calor de hidratación y tener un acabado fino, y se limita su uso en interiores por ser sensible al agua; en cambio el cemento portland al endurecer es resistente, pero no posee un fraguado rápido.

En el capítulo 1, se desarrolla planteamiento de la investigación, este abarca cuatro sub capítulos; justificación del problema, problema de la investigación, objetivos de la investigación y delimitación de la investigación evaluando la situación problemática que existe en el uso del material yeso en los trabajos de enlucidos interiores y la importancia de experimentar las proporciones de la mezcla yeso con cemento para establecer un mejor uso de este material y aprovechar sus propiedades físicas en los trabajos de enlucidos interiores en la ciudad del Cusco.

Se tiene el planteamiento y formulación del problema de la investigación. Esta se basa en la formulación y descripción del problema general y específica, indicando la forma en la que afectará la mezcla yeso – cemento con respecto a la proporción 100% yeso - 0% cemento (yeso patrón), la variación de sus características de las proporciones en la mezcla, relación agua / polvo, tiempo de fraguado, la resistencia a compresión y el costo unitario para trabajos de enlucidos interiores. Asimismo, se plantea los objetivos de la investigación y la delimitación de la investigación.

En el capítulo 2, se desarrolla el marco teórico de la presente investigación, la misma que describe las variables independientes como la mezcla yeso - cemento y la variable dependiente como son: el tiempo de fraguado y la resistencia a compresión, así mismo la descripción conceptual de sus factores como el yeso y cemento.

En el capítulo 3, se tiene la hipótesis de la investigación que contempla la descripción de la hipótesis general y específica, así mismo se presenta la formulación de la operacionalización de variables.

En el capítulo 4, se muestra la metodología de la investigación, la misma que describe el nivel de investigación como descriptiva, tipo de investigación que corresponde a la investigación cuantitativa, diseño de investigación que es experimental y asimismo la unidad de análisis la cual corresponde al laboratorio de mecánica de suelos y materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Se determinó la población y muestra total para cada ensayo como población del ensayo de Vicat

de 18 especímenes y población de ensayo de compresión de 108 especímenes. Para determinar las características físicas de cada proporción de muestra se realizaron los ensayos como: determinación de la relación agua / (% yeso - % cemento) mediante el método de medida de la fluidez de la pasta establecido en la norma europea UNE 13279-2,2014 determinación del tiempo de fraguado inicial y final mediante el ensayo del aparato de la aguja de vicat haciendo uso de la norma técnica peruana NTP.334.006.2019 y la resistencia a la compresión simple mediante el ensayo a compresión haciendo uso de la norma técnica peruana NTP.334.051,2022.

En el capítulo 5, se encuentran los datos y resultados obtenidos de los ensayos realizados, así como la presentación ordenada de cuadros de recolección de datos y resultados para cada ensayo debidamente codificados.

En el capítulo 6, se muestra el análisis y discusión de resultados, aquí se presenta la comparación de los resultados mediante cuadros y gráficas, así mismo el análisis del costo unitario para los trabajos de enlucidos interiores hechos para las proporciones:100% yeso - 0% cemento, 90% yeso - 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso - 30% cemento.

En el capítulo 7, se muestran las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Justificación del problema

1.1.1 Situación problemática.

En la ciudad del Cusco, el yeso es un material fundamental en numerosas obras de construcción. Por ello, es crucial experimentar las proporciones de la mezcla yeso – cemento que puedan satisfacer diversas aplicaciones en enlucidos interiores. El yeso presenta características específicas como: El tiempo de fraguado inicial y final muy breves, así como la baja resistencia a compresión en estado endurecido.

La experimentación con esta mezcla pretende optimizar su composición para aplicaciones en enlucido de paredes y cielos rasos, añadiendo valor a los acabados mediante nuevas propiedades como tiempo extendido de fraguado y una mayor resistencia a la compresión.

El estudio de la mezcla yeso - cemento influye significativamente en la satisfacción de las demandas específicas de los trabajos de enlucido interior, aprovechando ventajas como “versatilidad, porosidad, un acabado liso y buenas propiedades como aislante térmico y acústico” (Mileto et al, 2018, p.9).

Para llevar a cabo este estudio, se utilizaron referencias teóricas sobre tecnología de materiales, las cuales ayudaron a determinar y seleccionar las propiedades clave de investigación. Se evaluaron: la relación agua / polvo, los tiempos de fraguado inicial y final y la resistencia a compresión. Estos parámetros se interpretaron adecuadamente según los procedimientos y fórmulas de cálculo establecidas en las normas técnicas pertinentes.

En esta investigación, se desarrollaron metodologías basadas en procedimientos normalizados, tanto los aceptados como aquellos no cubiertos por la normativa técnica nacional, con el objetivo de facilitar su aplicación práctica manteniendo los estándares de calidad exigidos. Esto asegura que los resultados obtenidos sean confiables y puedan servir de referencia para futuros estudios.

El estudio experimental de la mezcla yeso-cemento es viable debido a la disponibilidad comercial de estos materiales en la ciudad del Cusco. Se requieren equipos estándar como moldes de caucho duro para determinar la relación agua/polvo, el aparato de la aguja de Vicat para medir los tiempos de fraguado, y equipos de compresión simple para evaluar la resistencia a la compresión. Estos equipos están disponibles en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Esta tesis tiene como objetivo mejorar las propiedades del yeso como materia prima y material de construcción, superando limitaciones actuales y obteniendo una mezcla yeso-cemento con mejor desempeño para enlucidos interiores en la ciudad del Cusco.

1.2 Problema de la investigación

1.2.1 Problema general

PG ¿Cuál es la mejor mezcla de yeso con cemento, en términos de relación agua/polvo, tiempo de fraguado, resistencia a compresión y costo unitario por metro cuadrado de pared y cielo raso, en comparación con la proporción 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón), para enlucidos interiores en la ciudad del Cusco en 2023?

1.2.2 Problemas específicos

PE1: ¿Cuál es el efecto de las diferentes proporciones de yeso y cemento en la relación agua/polvo, específicamente en las mezclas 100% yeso – 0% cemento, 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento y 50% yeso – 50% cemento, para enlucidos interiores?

PE2: ¿Cómo varía el tiempo de fraguado inicial y final en mezclas de yeso y cemento con diferentes proporciones (100% yeso – 0% cemento, 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento, 50% yeso – 50% cemento) utilizadas para enlucidos interiores?

PE3: ¿Cómo varía la resistencia a compresión en mezclas de yeso y cemento con diferentes proporciones (100% yeso – 0% cemento, 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento, 50% yeso – 50% cemento) utilizadas para enlucidos interiores?

PE4: ¿Cómo varía el análisis de costo unitario por metro cuadrado de enlucido interior de pared y cielo raso para mezclas de yeso y cemento que presentan tiempos de fraguado similares y mayor resistencia a la compresión en comparación con la mezcla de referencia (100% yeso – 0% cemento)?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General.

OG: Determinar experimentalmente la mejor mezcla yeso con cemento, evaluando la relación agua / polvo, los tiempos de fraguado, la resistencia a compresión y al análisis de costo unitario por m^2 de pared y cielo raso en comparación con la proporción 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón) para enlucidos interiores en la ciudad del Cusco 2023.

1.3.2 Objetivos Específicos

OE1: Determinar la relación agua / polvo de las mezclas 100% yeso – 0% cemento, 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento y 50% yeso – 50%.

OE2: Determinar los tiempos de fraguado inicial y final de las mezclas 100% yeso – 0% cemento, 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento y 50% yeso – 50%.

OE3: Determinar la resistencia a la compresión de las mezclas 100% yeso – 0% cemento, 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento y 50% yeso – 50%.

OE4: Determinar el análisis de costo unitario por m^2 de enlucido interior de pared y cielo raso para las mezclas yeso - cemento que muestran tiempos de fraguado similares y mayor resistencia a la compresión en comparación con la mezcla 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón).

1.4 Delimitaciones de la investigación

1.4.1 Espacial y geográfica

La investigación se llevó a cabo utilizando yeso proveniente del distrito de Lucre, ubicado en el Sector de Huacarpay, principal fuente de abastecimiento de yeso para la ciudad del Cusco. Todas las pruebas fueron realizadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

1.4.2 Temporal

La presente tesis abarcó un período de investigación de cinco meses, desde agosto hasta septiembre del año 2023. Durante este tiempo, se llevaron a cabo trabajos de muestreo y evaluación de las propiedades del yeso tanto en estado fresco como endurecido.

1.4.3 Limitación teórica

El presente trabajo de investigación se basó en la normativa de AENOR (Asociación Española de Normalización), dado que actualmente no existe una normativa vigente en nuestro país específica para el estudio del yeso como material de construcción.

Se utilizó la norma UNE-EN-13279-2:2014, una norma Europea, para determinar la relación agua/(yeso-cemento) mediante el método de medición de la fluidez de la pasta.

CAPITULO 2. MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Según Muñoz (2017) en su tesis titulada: “Diseño de mezclas yeso-cemento para fraguado a baja temperatura mediante análisis de varianza” para obtener el grado de título de ingeniero mecánico por la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, sostuvo como objetivo, obtener un material que posea un tiempo relativamente corto de fraguado, que garantice fluctuaciones mínimas de temperatura y de determinada resistencia. Esta metodología fue: “estos datos experimentales se evaluaron mediante ANOVA para determinar la existencia de variaciones estadísticamente significativas entre las 12 mezclas elaboradas.”, y como conclusión a la que llegó, fue: “se pudo terminar mediante 3 modalidades de ANOVA que la carga máxima, temperatura máxima y tiempo de fraguado dependen de la proporción en mezcla y del tipo de yeso odontológico empleado”. (p.VIII)

(Roldan, 2011) en su tesis titulada: “Materiales puzolánicos para uso en conglomerantes especiales basados en yeso” para obtener del grado de doctor por la Universidad Politécnica De Valencia, sostuvo como objetivo estudiar el comportamiento de morteros de tipo “Cemento Portland-Yeso-Puzolana” con la finalidad de lograr un nuevo material para uso en construcción, con claros beneficios económicos y sociales que se traduzcan en un menor coste, en mejoras en el medio ambiente (reducción de emisiones de CO₂ en la producción de la materia prima y dar uso alternativo a un material de desecho industrial) y con buenas propiedades mecánicas y de durabilidad. La conclusión a la que llegó, fue: “Los mejores resultados de resistencia a compresión se obtienen para mezclas con 20% de cemento y con contenido de yeso en el rango de 40% - 50%”. Sin embargo, un mayor contenido de yeso, tiene una influencia negativa en el comportamiento mecánico y de durabilidad.

(Sanz, 2009) en su tesis titulada: “Análisis del yeso empleado en revestimientos exteriores mediante técnicas geológicas” para obtener grado de doctor en la Universidad Politécnica De Madrid, sostuvo como objetivo explicar el comportamiento del yeso empleado en revestimientos exteriores, conocer la evolución de estas fases en contacto con el agua a lo largo del tiempo, a la vez que se miden sus propiedades físicas y mecánicas. La conclusión a la que llegó, fue: “La anhidrita conjuntamente con las fases hidráulicas fraguan en etapas sucesivas, mejorando con el tiempo y en presencia de humedad las propiedades físicas y mecánicas del producto final”.

(Hernández, 2010) en su tesis titulada: "Estudio de la absorción de agua en moldes, con diferente composición de yeso y yeso - cemento, para el vaciado de suspensiones" artículo de la escuela politécnica nacional, sostuvo como objetivo buscar materiales con alta porosidad resistencia mecánica para emplearlos como moldes en procesos de vaciados de suspensiones en el sector industrial. La conclusión a la que llegó, fue: "la probeta que presenta mayor absorción y un tiempo de fraguado apropiado es aquella obtenida a partir solo de yeso, con una proporción de polvo: agua de 50:50.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 El yeso

El yeso es uno de los primeros conglomerantes que fue empleado en la construcción. Se trata de un material biodegradable, transpirable y que es capaz de fraguar y endurecer muy rápidamente. Las propiedades particulares del yeso procesado no solo dependen de la pureza de la materia prima empleada, sino también de la temperatura y duración del proceso de cocción. (Mileto et al., 2018, p.9)

2.2.2 Composición química del yeso

(Según el Estudio de la Cadena Productiva del Yeso, 2015):

El yeso está compuesto por sulfato de calcio cristalizado más agua, en la proporción de dos moléculas de agua por cada molécula de sulfato de calcio ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), también llamado sulfato de calcio di hidratado (p.5).

Está compuesto aproximadamente por:

- ❖ Oxido de Calcio " CaO " = 32,6%
- ❖ Trióxido de azufre " SO_3 " = 46,5%
- ❖ Agua " H_2O " = 20,9%

2.2.3 Aplicación del yeso

2.2.3.1 El yeso en construcción

En construcción, el yeso se emplea como mortero de asiento y conglomerante en obras de fábrica, como revestimientos, revoques y enlucidos interiores y exteriores, en la realización de estucos. Es también habitual su uso en la fabricación de paneles, bien prefabricados o bien realizados in situ, para tabiques y falsos techos, de manera que, sobre una subestructura de entramado de madera o caña, se aplicaba el yeso para formar el panel, también es muy empleado en obra nueva y restauración por su versatilidad, porosidad y buenas propiedades como aislante térmico y acústico. Colabora eficazmente en la regulación higratérmica de los espacios y presenta propiedades ignífugas. (Mileto et al., 2018, p.9)

2.2.3.2 Revoques y enlucidos de yeso

Los revoques y enlucidos de yeso son técnicas de revestimiento y acabado realizadas a partir de una mezcla de yeso y agua que se aplica en capas sucesivas hasta conseguir el resultado deseado. Este material puede recibir el nombre de pasta o lechada de yeso, dependiendo de si la consistencia que presenta al ser aplicado es fluida o líquida. (Mileto et al., 2018, p.21)

Según García C. (2016), indica las principales características del yeso:

- ❖ Material muy poroso.
- ❖ Aislante térmico-acústico (mala conducción de calor, electricidad y sonido).
- ❖ Excelente material conglomerante aéreo.
- ❖ Excelente adherencia y estabilidad volumétrica.
- ❖ Fraguado rápido y modificable.
- ❖ Baja transferencia de calor.
- ❖ Baja densidad.
- ❖ Bajo costo de producción (se cuece a menor temperatura que el cemento).
- ❖ Baja solubilidad en agua. (p.18)

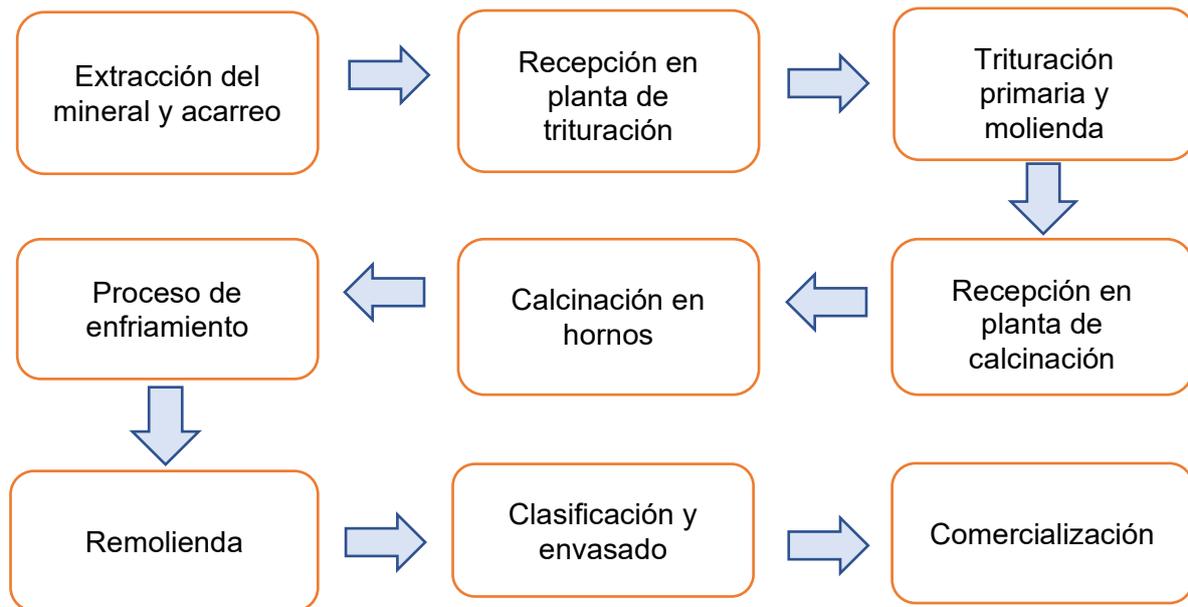
Según García C. (2016) nos indica los siguientes usos del Yeso:

- ❖ Aditivo para la elaboración del cemento.
- ❖ Como material conglomerante aéreo (material noble).
- ❖ Como pasta para guarnecidos, enlucidos y revoques.
- ❖ Como pasta de agarre y de juntas, para la elaboración de materiales prefabricados (tabiquería y escayolas). (p.18)

2.2.4 *Diagrama del proceso de producción del yeso*

En la Figura 1, se presenta el proceso de producción del yeso, el cual abarca las diferentes etapas que comprenden desde su extracción hasta su comercialización. Esta representación se basa en la revisión del libro.(Dirección General de Desarrollo Minero, 2015, Pg.11)

Figura 1. Proceso de producción de yeso



Fuente: Adaptado de (Dirección General de Desarrollo Minero,

2.2.5 Propiedades Del Yeso

2.2.5.1 Finura de molido

Tiene gran importancia por ejercer una influencia ostensible sobre diferentes propiedades del yeso. Cuando mayor sea el grado de finura del yeso, tanto más completa será la reacción con el agua, y consecuentemente la calidad del producto obtenido. (Villarino, 2009, p.36)

2.2.5.2 Fraguado

Una de las propiedades más características del yeso es la rapidez de su fraguado, esto obliga al operario a trabajar con rapidez y únicamente permite amasar de una vez pequeñas cantidades. Según la teoría del fraguado, la resistencia del yeso va aumentando con rapidez a medida que el material se va endureciendo después del tiempo de fraguado inicial. A pesar de esto, el contenido de agua libre del producto de fraguado afecta a la resistencia. (Villarino, 2009, p.36)

2.2.5.3 Resistencia a compresión

Es la medida de la máxima resistencia a carga axial que soporta un espécimen (una muestra). Esta resistencia está expresada normalmente en Kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (kgf/cm^2), puede estar expresado también en mega pascales (MPa), o en libras por pulgada cuadrada llamada también pound square inch = (psi). $1\text{ MPa} = 10,197\text{ kgf/cm}^2$. (Zapata, 2018, p.1)

Craig (Como citó Carrillo E., 2022) indica que la resistencia a la compresión es una de las propiedades del yeso, se conoce que, si se desea obtener una mayor resistencia de este, se debe realizar una mezcla con el mínimo exceso de agua para así obtener mayor densidad y fuerza. En conclusión, la resistencia final del yeso tiene una relación directamente proporcional a la densidad del producto fraguado.

2.2.5.4 Aplicación del yeso artesanal

En la tabla 2 se menciona las diferentes aplicaciones del yeso como: Guarnecidos y tendidos, molduras, estuco, mortero de yeso y elementos pre fabricados. Elaborado con respecto a la revisión del libro(Villarino, 2009, p.40)

Tabla 2. Aplicaciones del yeso.

| Concepto | Aplicación |
|-------------------------------|--|
| Guarnecidos y tendidos | Tal vez la mayor aplicación del yeso en la construcción es el revestimiento. Para ello se aplica sobre el paramento una primera capa de yeso YG (yeso grueso de construcción) de 15mm de espesor, y sobre ésta, una capa de yeso YF (yeso fino de construcción) de 1 a 3mm. La primera capa recibe el nombre de guarnecido y la segunda, el de tendido. |
| Molduras | Para este trabajo se utiliza generalmente la escayola. La operación denominada corrida de molduras consiste en hacer deslizar una terraja con el perfil deseado sobre unas guías. Al moverse la terraja sobre una masa de escayola recién colocada forma la moldura. |
| Estuco | Se conoce con este nombre un recubrimiento para muros, brillante y lavable, que se extiende con la llana. Está compuesto por escayola o yeso YF (yeso fino de construcción) molido muy fino, amasado con agua que contiene gelatina, puede contener también pigmentos colorantes. Cuando se ha conseguido una superficie plana, se le da brillo mediante un bruñido con planchas de acero calientes o frotando las superficies con un paño impregnado en aceite de linaza y, posteriormente, con otro impregnado en aguarrás y cera. |
| Mortero de yeso | Para la fabricación de morteros ha de tenerse presente que cada partícula de arena debe quedar perfectamente envuelta por la pasta de yeso. No suelen usarse más de dos morteros: el 1:2 y el 1:3 (relación yeso/arena), ambos en peso. Puede afirmarse que partiendo de una relación 1:1, la resistencia a la compresión se reduce a la mitad cada vez que se duplica el contenido de arena. |

Fuente: Adaptado de (Villarino, 2009, p.40)

2.2.6 El cemento

2.2.6.1 Concepto

El cemento hidráulico esta producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente uno o más de

las siguientes: agua, sulfato de calcio, hasta un 5% de piedra caliza y adiciones de procesamiento (NTP 334.001:2019)

El Cemento Pórtland, como un material que tiene propiedades tanto adhesivas como cohesivas. Indica “Que es una mezcla minuciosa de materiales calcáreos y arcillosos que contienen sílice, alúmina y óxidos de hierro, que calcinados forman el Clinker al que se le adiciona el yeso dando como resultado el cemento Portland”. (Zapata, 2016, p.3)

El cemento portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. (Abanto, 2009, p.15)

2.2.6.2 Clasificación del cemento portland

Abanto F. (2009) Indica que el cemento portland se fabrica en cinco tipos cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de la especificación ASTM C150 de normas para el cemento portland. (p.17)

Tabla 3. Tipos de cemento

| TIPOS DE CEMENTO | DESCRIPCIÓN |
|------------------|---|
| Tipo I | Es el cemento destinado a obra de concreto en general, cuando en las mismas no se especifican la utilización de los otros cuatro tipos de cemento. |
| TIPO II | Es el cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación. |
| TIPO III | Es el cemento de alta resistencia inicial. El concreto hecho con cemento tipo III desarrolla una resistencia en tres días igual a la desarrollada en 28 días por concretos hechos con cemento tipo I o tipo II. |
| TIPO IV | Es el cemento del cual tiene bajo calor de hidratación. |
| TIPO V | Es el cemento del cual tiene alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua del mar. |

Fuente: Adaptado de Flavio Abanto Catillo. *Tecnología del Concreto*.

2.2.6.3 Características del cemento portland

El cemento portland es un polvo de color gris, más o menos verdoso. Se vende en bolsas que tienen un peso neto de 42.5 kg y un pie cúbico de capacidad. En aquellos casos en que no se conozca el valor real se considerará para el cemento un peso específico de 3150 kg/m^3 . (Abanto, 2009, p.16)

2.2.6.4 El fraguado y el endurecido del cemento

Según Abanto F (2009) La fragua es la pérdida de plasticidad que sufre la pasta de cemento. Existen dos etapas de fraguado:

- a) **Fraguado inicial.** - Cuando la masa empieza a perder plasticidad.
- b) **Fraguado final.** - Cuando la pasta de cemento deja de ser deformable y se convierte en un bloque rígido.

El endurecimiento es el desarrollo lento de la resistencia. (p.17)

2.2.6.5 Calor de hidratación del cemento

Durante el proceso de endurecimiento se producen reacciones que generan calor. Cuando las secciones son pequeñas y el calor puede liberarse, el calor de hidratación no es importante, pero al colocar grandes volúmenes de concreto y cuando el calor no puede liberarse fácilmente, resulta un factor a tenerse muy en cuenta. (Abanto, 2009, p.17)

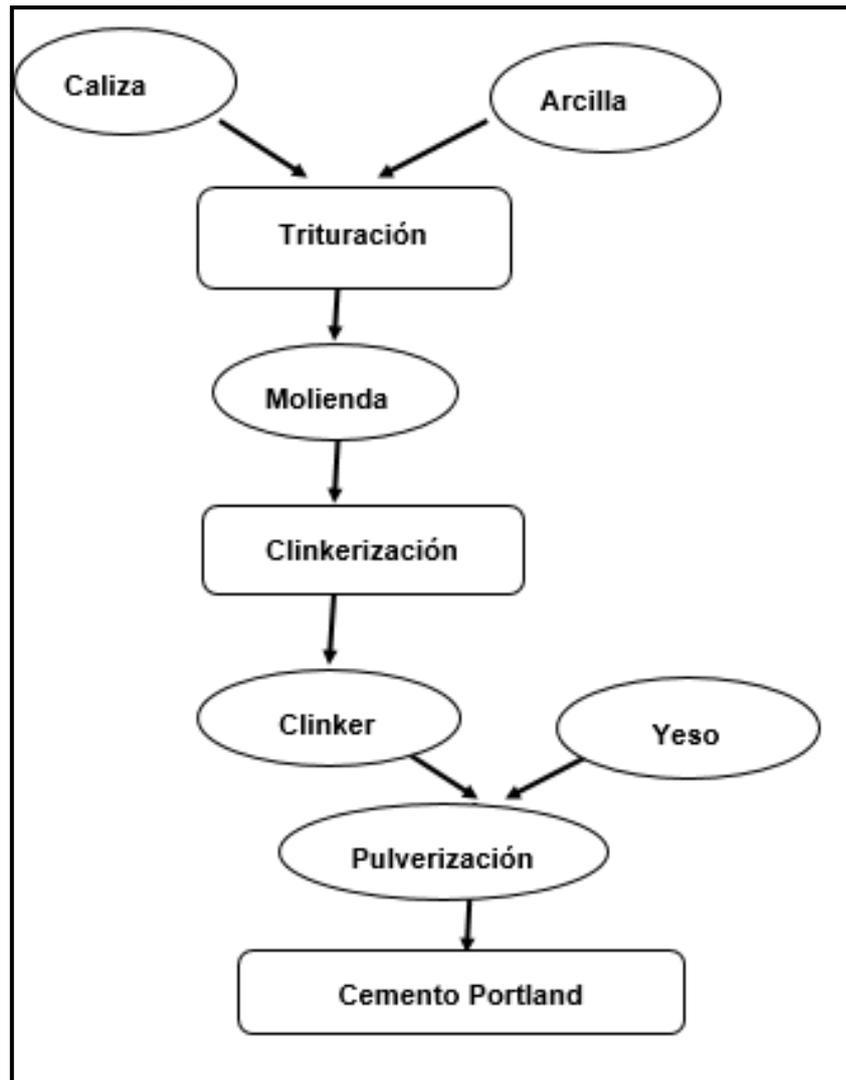
2.2.6.6 Función que desempeña el yeso en el cemento

Según Abanto (2009) “la velocidad con que se desarrolla el endurecimiento del cemento, debe ser controlada dentro de ciertos límites para que este sea un producto útil en la construcción. Si las reacciones fuesen demasiado rápidas, el concreto endurecería rápidamente y no podría ser transportado y colocado sin ocasionarle daño. Si las reacciones fuesen demasiado lentas, la demora en adquirir resistencia sería objetable. Por lo tanto, la velocidad de reacción debe controlarse. Esto se logra dosificando cuidadosamente la cantidad de yeso que se agrega al Clinker durante la molienda” (p.18).

2.2.6.7 Etapas De Fabricación Del Cemento

En la Figura N° 2, se tiene las etapas de fabricación del cemento, elaborado de la revisión de separatas de tecnología de concreto en esta imagen, se encuentra las diversas etapas que comprende la elaboración del cemento, como caliza más arcilla hasta cemento portland.(Zapata, 2016, p.5)

Figura 2. Etapas de fabricación del cemento



Fuente: PhD. Aida Zapata.

2.3 Marco normativo

- Ensayo de compresión simple que establece la NTP 334.051, establece que se utiliza para especímenes cúbicos de 50mm de lado.
- Determinación del tiempo de fraguado inicial y final (NTP 334.006). La norma establece que estos tiempos se determinaran con la utilización de la aguja de Vicat.
- Método de la fluidez de la pasta UNE-EN-13279-2, la norma establece que este método se utiliza para la determinación de la relación agua / polvo para los conglomerantes a base de yeso.

2.3.1 Tipos de fracturas en briquetas cúbicas sometidas a prueba de compresión simple.

Según Nina y Ccasa (2022) en su Tesis titulada “Estudio comparativo de la resistencia a la compresión empleando briquetas cilíndricas de 15cm x 30cm y cúbicas de 15cm y 20 cm de arista, para concretos $f'c = 210, 280$ y 350 kgf/cm^2 elaborados con agregado grueso de la cantera de vicho y agregado fino de la cantera de Cunyac, Cusco – 2019”. Indica que existe Patrones Típicos de Fractura en Briquetas Cúbicas.

Figura 3. Tipo 1 (Fracturación extensional simple).

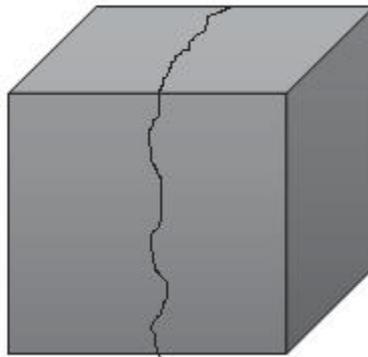


Figura 4. Tipo 2 (Fracturación extensional columnar).

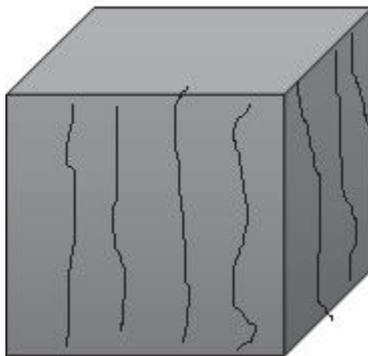


Figura 5. Tipo 3 (Fracturación por cizalla).

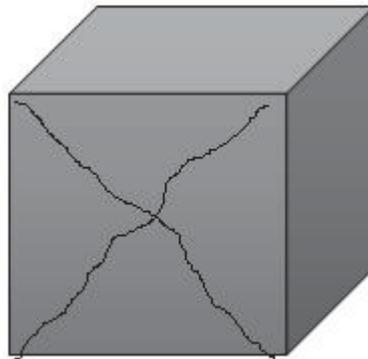
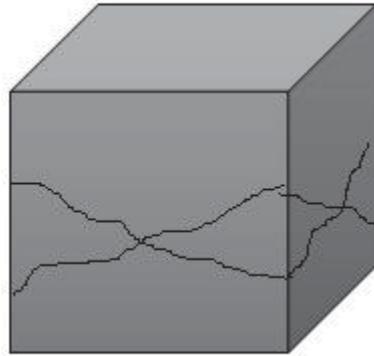


Figura 6. Tipo 4 (Fracturación por cizalla columnar).



Fuente: Tesis titulada "Estudio Comparativo de la Resistencia a la Compresión Empleando Briquetas Cilíndricas de 15cm X 30cm y Cúbicas de 15cm Y 20 cm de Arista, para Concretos $f'c = 210, 280$ y 350 kgf/cm^2 Elaborados con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de la Cantera de Cunyac, Cusco – 2019".

CAPITULO 3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Hipótesis general

HG: Será la mezcla yeso con cemento de proporción 80% yeso – 20% cemento que tiene mayor resistencia a la compresión, similar tiempo de fraguado en comparación a la proporción 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón) para enlucidos interiores en la ciudad del Cusco 2023.

3.2 Hipótesis específicas

HE1: El valor de la relación agua / polvo incrementan en las mezclas de 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento y 50% yeso – 50% cemento incrementa respecto a la relación agua / polvo de la mezcla 100% yeso – 0% cemento.

HE2: La mezcla 80% yeso – 20% cemento muestra tiempo de fraguado inicial y final similares a los de la mezcla 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón).

HE3: La mezcla 80% yeso – 20% cemento tiene mayor resistencia a la compresión en comparación con la mezcla 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón).

HE4: El costo unitario por m^2 de enlucido interior de pared y cielo raso aumenta en las mezclas de yeso-cemento que muestran tiempos de fraguado similares y mayor resistencia a la compresión en comparación con la mezcla 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón).

3.3 Operacionalización de variables

3.3.1 Variables

3.3.1.1 Variables independientes:

- ❖ X1= Proporción % yeso - % cemento.

3.3.1.2 Variables dependientes:

- ❖ Y1= Tiempo de fraguado inicial.
- ❖ Y2= Tiempo de fraguado final.
- ❖ Y3= Resistencia a la compresión.
- ❖ Y4= Relación agua / polvo

3.3.1.3 Dimensiones

- ❖ Tiempo de paso de estado fluido a plástico de la mezcla yeso - cemento.
- ❖ Tiempo de endurecimiento de la mezcla yeso - cemento.

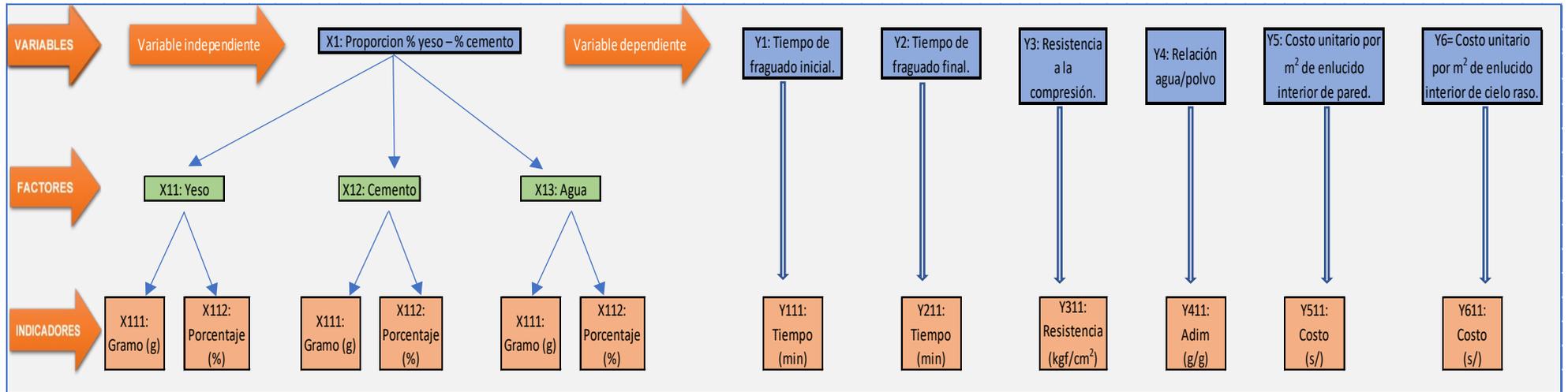
- ❖ Fuerza aplicada sobre área.
- ❖ % yeso más % cemento
- ❖ Cantidad de yeso (g), cantidad de cemento (g), cantidad de agua (g).
- ❖ Tiempo de paso de estado fluido a plástico de la mezcla yeso - cemento.
- ❖ Precio

3.3.1.4 Indicadores

- ❖ Tiempo: t [min]
- ❖ Resistencia a compresión: f [kgf/cm^2]
- ❖ Masa: m [g]
- ❖ Relación agua / polvo: Ra/p [Adim]
- ❖ Precio: p [S/]

En la Figura N°7, se visualiza el esquema indicando la descomposición de las variables en factores e indicadores.

Figura 7. Esquema de operacionalización de variables.



Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO 4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Nivel, tipo, diseño, unidad de investigación

4.1.1 Nivel de investigación

Nivel descriptivo: “Es describir a la población y estimar parámetros a partir de una muestra considerando que el objeto de estudio siempre es la población” (Adaptado de Hernández y Mendoza, 2018, p.108)

De acuerdo con el problema planteado y los objetivos establecidos, el nivel de investigación realizada es un estudio descriptivo. Esto se debe a que se explicaron los procesos de la mezcla de yeso y cemento, y se especificaron las propiedades y características del yeso con adición de cemento, sometiéndolo a análisis. Se llevó a cabo la recolección, medición y evaluación de datos para su descripción y posterior comparación.

4.1.2 Tipo de investigación

Investigación cuantitativa: “Esta investigación es de carácter objetivo, pues se dedica a recopilar, procesar y analizar datos numéricos de diversos elementos que se pueden contar, cuantificar y medir a partir de una muestra o población en estudio” (Muñoz, 2017, p.127)

La investigación es cuantitativa, ya que se realizaron análisis de resultados mediante tablas numéricas, proponiendo la mezcla de yeso – cemento en diferentes proporciones, producto de la experimentación en laboratorio.

4.1.3 Diseño de la investigación

Experimental: Se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador. (Hernández y Mendoza, 2018, p.129)

Es experimental debido a que se ha manipulado las proporciones de la mezcla yeso - cemento (variable independiente), obteniéndose especímenes con diferentes tiempos de fraguado y resistencia a compresión (variables dependientes).

4.1.4 Unidad de análisis

Proporción 100% yeso - 0% cemento, 90% yeso - 10% cemento, 80% yeso - 20% cemento, 70% yeso - 30% cemento, 60% yeso - 40% cemento y 50% yeso - 50% cemento.

4.2 Población y muestra

4.2.1 Población

Según Mendenhall et al. (2006) afirma que la población es el conjunto de mediciones de interés para el investigador ya sea alguna pregunta o experimento. (p.8). La población son todos los especímenes tanto de ensayo de Vicat y ensayo de compresión simple, muestras que se realizaron en el laboratorio, de la mezcla yeso - cemento.

4.2.2 Muestra

Es un sub conjunto de la población a estudiar, seleccionado por métodos diversos, teniendo en cuenta la representatividad de la población.(Ñaupas et al., 2013).

Se trabajó con un total de 18 muestras de mortero de yeso con cemento para determinar la relación de agua / polvo por el método de la medida de fluidez de la pasta, 108 especímenes para el ensayo a compresión simple y 18 para observar el tiempo de fraguado.

Las muestras son de carácter probabilístico ya que todas las briquetas cúbicas, tienen la probabilidad de ser elegidas.

4.3 Tamaño de muestra

El tamaño de muestra de especímenes cúbicos de 50 mm de lado es tres, esto para cada proporción y cada periodo o edad de ensayo a compresión simple. (Norma Técnica Peruana [NTP] 334.051, 2022, p.9).

En el tabla N° 4, “se visualiza el tamaño de muestra que se realizó en el ensayo del aparato de la aguja de Vicat”.

Tabla 4. *Tamaño de muestra para el ensayo del aparato Vicat.*

| PROPORCION YESO - CEMENTO | | CANTIDAD DE ENSAYO DE VICAT | | | TOTAL |
|---------------------------|------|-----------------------------|------------|------------|-----------|
| PROPORCION | COD. | ENSAYO N°1 | ENSAYO N°2 | ENSAYO N°3 | |
| 100% YESO - 0% CEMENTO | V-01 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 90% YESO - 10% CEMENTO | V-02 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 80% YESO - 20% CEMENTO | V-03 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 70% YESO - 30% CEMENTO | V-04 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 60% YESO - 40% CEMENTO | V-05 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 50% YESO - 50% CEMENTO | V-06 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| TOTAL | | 6 | 6 | 6 | 18 |

Fuente: *Elaboración Propia.*

En el tabla N° 5, se visualiza el tamaño de muestra que se realizó para el ensayo a compresión simple.

Tabla 5. *Tamaño de muestra para el ensayo a compresión simple.*

| PROPORCION YESO - CEMENTO | | EDAD DE CADA ESPECIMEN | | | | | | TOTAL |
|---------------------------|------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| PROPORCION | COD. | 1 día | 2 días | 4 días | 8 días | 16 días | 28 días | |
| 100% YESO - 0% CEMENTO | C-01 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| 90% YESO - 10% CEMENTO | C-02 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| 80% YESO - 20% CEMENTO | C-03 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| 70% YESO - 30% CEMENTO | C-04 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| 60% YESO - 40% CEMENTO | C-05 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| 50% YESO - 50% CEMENTO | C-06 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| TOTAL | | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 108 |

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo tanto:

- ❖ El tamaño de muestra del ensayo de Vicat es de 18 especímenes.
- ❖ El tamaño de muestra para el ensayo a compresión simple es de 108 especímenes.
- ❖ Para determinar la resistencia a la compresión de morteros usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado, se deberá preparar dos o tres especímenes de cada mezcla para cada periodo o edad de ensayo. (NTP 334.051, 2022, p.14)

Para nuestro caso se realizó la con la preparación de tres especímenes.

4.4 Ensayos realizados en laboratorio

4.4.1 *Determinación de la relación agua/(yeso-cemento)*

La relación de agua y yeso - cemento se determinaron mediante el método de ensayo establecido en la Norma Europea UNE EN 13279-2, denominado “método de medida de la fluidez de la pasta”.

Figura 8. Recolección de datos en la determinación agua/(yeso-cemento).



Fuente: Elaboración Propia.

4.4.1.1 Método de medida de la fluidez de la pasta

En este método se determinó la masa de conglomerante a base de yeso obteniendo una mezcla con una consistencia dada.(UNE-EN-13279-2, 2014, p.11)

4.4.1.1.1 Equipos y materiales

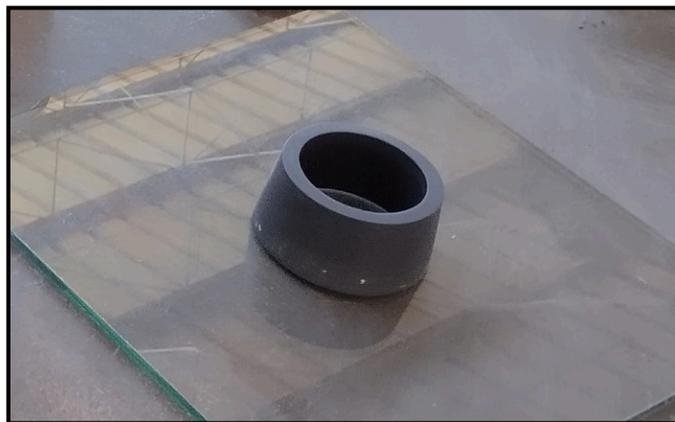
a. Equipos

- ❖ Un cronómetro.
- ❖ Balanza de precisión.

b. Materiales

- ❖ Espátula.
- ❖ Un vaso de precipitado o probeta graduada.
- ❖ Un Molde de caucho duro de forma tronco cónico de 40 mm de altura, 65mm de diámetro interno superior y 75 mm de diámetro interno inferior.

Figura 9. Molde de Caucho Tronco Cónico.



Fuente: Elaboración Propia.

- ❖ Una placa lisa de vidrio.
- ❖ Regla de medida.
- ❖ Pipeta.

4.4.1.1.2. Procedimiento

Según la norma UNE-EN 13279-2 (2014) sobre yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso, se establecen los siguientes procedimientos para realizar el ensayo de fluidez de la pasta.

- a) A 500g de agua se añadió cierta cantidad necesaria de yeso – cemento en donde se espolvorea el yeso durante 30 segundos.

Figura 10. Medida de agua 500 g.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 11. Proceso del polvoreado.



Fuente: Elaboración Propia.

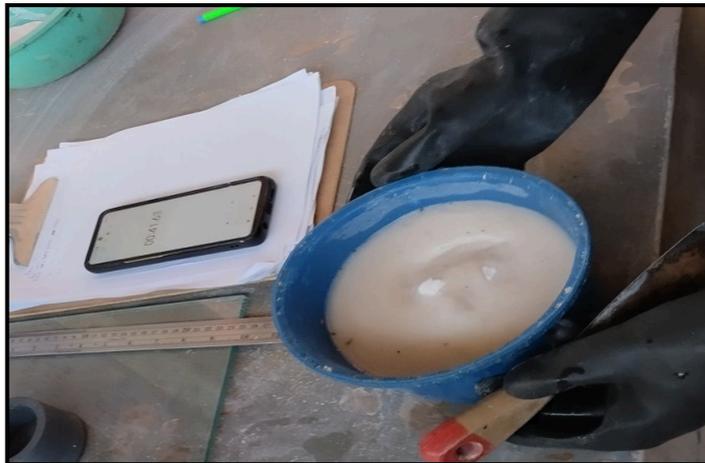
Figura 12. Reposo de la mezcla.



Fuente: Elaboración Propia.

- b) Se deja reposar la mezcla durante 60 segundos.

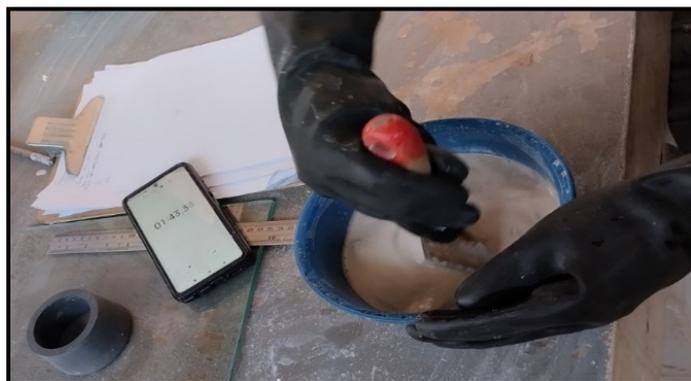
Figura 13. Reposo de la mezcla.



Fuente: Elaboración Propia.

- c) Seguidamente se revuelve manualmente durante 30 segundos hasta obtener una mezcla uniforme en forma de ocho.

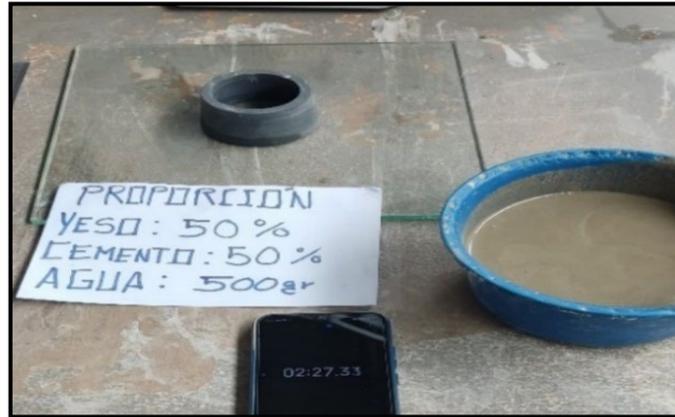
Figura 14. Mezclado en forma de ochos durante 30s.



Fuente: Elaboración Propia.

- d) Después se dejó reposar la mezcla durante 30 segundos.

Figura 15. Reposo de la mezcla durante 30 segundos.



Fuente: Elaboración Propia.

- e) Se revuelve manualmente durante 30 segundos de la misma manera en forma de ocho.

Figura 16. Mezclado en forma de ochos durante 30 segundos.



Fuente: Elaboración Propia.

- f) Después de los tres minutos se coloca la pasta al molde troncocónico y se elimina su exceso de pasta o también llamado el enrasado.

Figura 17. Colocación de la mezcla en el molde.



Fuente: Elaboración Propia.

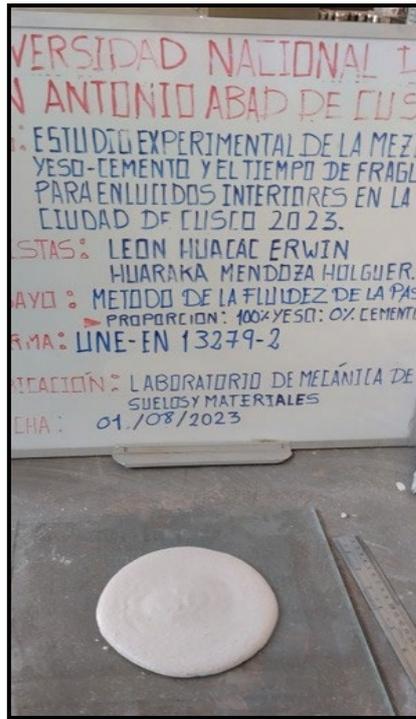
Figura 18. Enrasado de la mezcla en el molde.



Fuente: Elaboración Propia.

- g) Se levanta el molde en posición vertical tres minutos y quince segundos después del inicio del proceso de mezcla, permitiendo que la pasta caiga sobre la placa de vidrio y forme una galleta cuyo diámetro de escurrimiento esté entre 150 mm y 210 mm.

Figura 19. Formación de la galleta de escurrimiento.



Fuente: Elaboración Propia.

- h) Si este valor está fuera del rango comprendido entre 150 mm y 210 mm se repite el ensayo desde el principio usando mayor o menor cantidad de cemento según sea lo más adecuado.

Figura 20. Diámetro que no se encuentra dentro de los parámetros.



Fuente: Elaboración Propia.

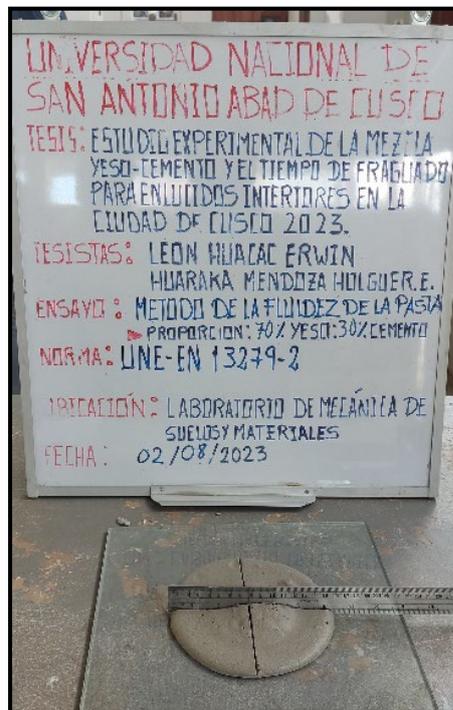
- i) Cuando la cantidad de yeso utilizada de una galleta está comprendida entre 150 mm y 210 mm, se anota la cantidad de yeso en gramos, Se mide el diámetro de la galleta formada en dos posiciones perpendiculares en donde se determina el valor medio.

Figura 21. Diámetro que si se encuentra dentro de los parámetros.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 22. Medición de diámetros perpendiculares.



Fuente: Elaboración Propia.

4.4.1.1.3. Cálculos

Lectura de diámetro de escurrimiento de la pasta " D "

$$D = \frac{D1 + D2}{2}; (\text{debe de estar entre } 150 \text{ mm y } 210 \text{ mm})$$

- ❖ *D1: Medida del primer diámetro de la galleta*
- ❖ *D2: Medida del diámetro perpendicular al primer diámetro*

La relación de agua /polvo (yeso más cemento)

$$R_{\text{agua/polvo}} = \frac{m_{\text{agua}}}{m_{\text{polvo}}}$$

- ❖ m_{agua} = Masa de agua en gramos.
- ❖ m_{polvo} = Masa de la mezcla yeso más cemento en gramos.

4.4.2 Determinación del tiempo de fraguado inicial y final

4.4.2.1 Ensayo del aparato de la aguja de Vicat de acuerdo a la norma NTP 334.006.

4.4.2.1.1. Objetivo

Conocer el procedimiento que se utilizó para determinar el tiempo de fraguado inicial y final de la mezcla yeso - cemento por medio de la aguja de Vicat.

4.4.2.1.2. La aguja de Vicat

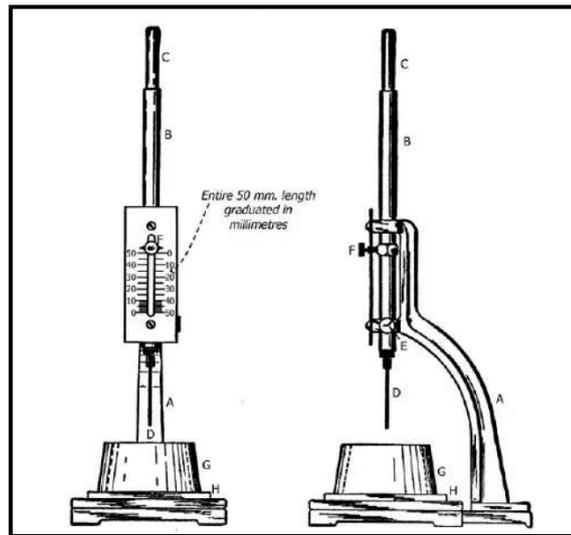
En este método se utilizó el aparato Vicat, con la diferencia de que en el extremo inferior se colocó una aguja de 1 mm de diámetro en lugar del émbolo.

4.4.2.1.3. Componentes del equipo de Vicat

- (A) Soporte o marco de aparato de Vicat.
- (B) Vástago o embolo móvil de carga de 300 g.
- (C) Soporte de agua recurrible.
- (D) Extremo de embolo de 1 mm de diámetro y 50 mm de largo.
- (E) Tornillo de ajuste o sujeción.
- (F) Indicador ajustable: el cual se mueve sobre una escala (graduada en mm), ajustada al marco A.
- (G) Molde tronco cónico con diámetro mayor de 70 mm, diámetro menor de 60mm y altura de 40 mm.

(H) Placa de vidrio cuadrada de 100 mm de lado.

Figura 23. Equipo de Vicat manual.



Fuente: ASTM C472-20.

Se utilizó el método "A", que es donde se aplicó el aparato de aguja de Vicat que fue operado manualmente.

4.4.2.2 Material, Equipo e Insumos

4.4.2.2.1. *Material*

- ❖ Probeta de 250 ml de capacidad.
- ❖ Recipiente.
- ❖ Espátula plana pequeña.
- ❖ Enrasador de metal o regla metálica.

4.4.2.2.2. *Equipo*

- ❖ Balanza de 0.1 gramos de precisión con juego de pesas.
- ❖ Cronometro.

4.4.2.2.3. *Insumos*

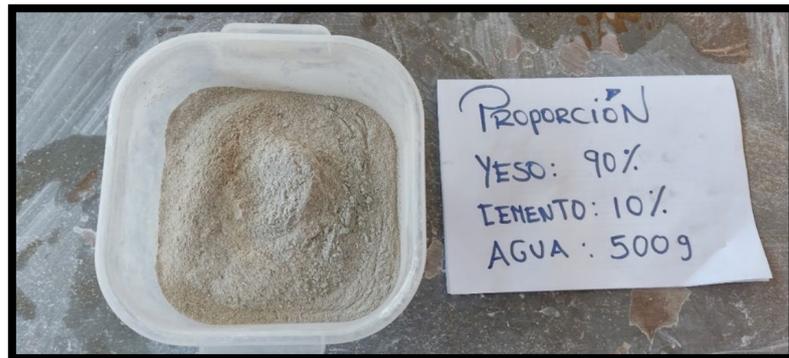
- ❖ Agua
- ❖ Cemento
- ❖ Yeso
- ❖ Mezcla yeso - cemento

Figura 24. Mezcla heterogénea yeso-cemento.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 25. Mezcla homogénea yeso-cemento.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 26. Implementos antes de iniciar el ensayo de Vicat.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 27. Equipo y materiales para realizar el ensayo.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 28. Realización del ensayo de Vicat.



Fuente: Elaboración Propia.

4.4.2.2.1. Procedimiento

❖ Temperatura y humedad

La temperatura del ambiente en la que se encontró el equipo de aguja de Vicat, cemento seco, yeso seco y molde troncocónico se mantuvo entre 12°C y 20°C. Este rango de temperatura se registró en el Laboratorio de Mecánica de Suelos en los meses junio, julio y agosto del 2023.

❖ Mezclado de la pasta yeso - cemento

Se elaboró una pasta de yeso – cemento en las diferentes proporciones.

Tabla 6. Lista de proporciones para el ensayo.

| N° | PROPORCION YESO - CEMENTO |
|----|---------------------------|
| 1 | 100% YESO - 0% CEMENTO |
| 2 | 90% YESO - 10% CEMENTO |
| 3 | 80% YESO - 20% CEMENTO |
| 4 | 70% YESO - 30% CEMENTO |
| 5 | 60% YESO - 40% CEMENTO |
| 6 | 50% YESO - 50% CEMENTO |

Fuente: Elaboración Propia.

❖ Mezclado

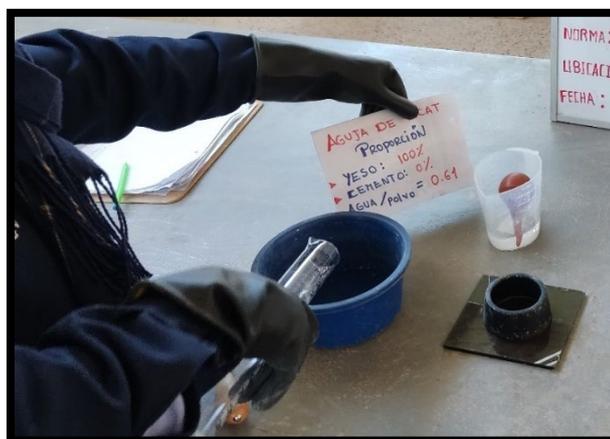
Según el procedimiento del método de la fluidez de la pasta que es realizar el mezclado en forma de ocho y durante los tiempos establecidos en dicho método.

❖ Colocación de la pasta en el molde tronco cónico del aparato Vicat

Inmediatamente después de la finalización del mezclado

1. Se colocó el molde tronco cónico sobre una placa de vidrio.

Figura 29. Vertido de agua al recipiente.



Fuente: Elaboración Propia.

2. Se introdujo la mezcla al molde tronco cónico.

Figura 30. Vertido de mezcla yeso - cemento al molde tronco de cono.



Fuente: Elaboración Propia.

3. Se cortó el exceso de pasta de la parte superior del extremo menor con una sola pasada de una llana de borde recto sostenido a un ligero ángulo con la parte superior del molde tronco cónico.

Figura 31. Realización del enrasado de pasta en exceso.



Fuente: Elaboración Propia.

4. Se suavizó la superficie del espécimen con dos ligeras pasadas con el borde de la llana para alisar la superficie superior. Durante la operación del corte y alisado se tomó el cuidado correspondiente para no comprimir la pasta yeso - cemento en las proporciones planteadas.

Figura 32. Suavizado de la superficie del espécimen.



Fuente: Elaboración Propia.

❖ **Determinación del tiempo de fraguado inicial por el método manual de acuerdo a la norma NTP 334.006-2019.**

1. Se dejó reposar el espécimen en la placa de vidrio.
2. Se montó el espécimen y la placa de vidrio en el aparato de Vicat.
3. Se colocó la aguja de 1mm de diámetro de bajo del embolo.
4. Se colocó la aguja en la parte superior de la pasta yeso – cemento.
5. Se fijó el tornillo de sujeción del equipo y se registra la lectura inicial.
6. Se suelta el embolo y se registra la primera lectura de penetración.
7. Se retira la aguja y se toma las lecturas sucesivas cada dos minutos.
8. Se mantuvo una distancia de 5 mm con respecto a una penetración previa, se mantuvo también 10 mm respecto al borde del molde
9. Se determinó el tiempo de fraguado inicial que es igual: al tiempo que indica la interpolación para una penetración de 25mm, más el valor del tiempo de amasado que es tres minutos con 15 segundos. (NTP 334.006,2019)

Figura 33. Determinación del tiempo de fraguado inicial.



Fuente: Elaboración Propia.

❖ **Determinación del tiempo de fraguado final de acuerdo a la norma NTP 334.006, 2019.**

1. Seguidamente se realizaron las penetraciones sucesivas hasta determinar el tiempo transcurrido en el primer instante en el que la aguja no hizo marca visible en la pasta endurecida yeso – cemento, este tiempo fue reportado como tiempo de fraguado final. (NTP 334.006, 2019, Pg.8)
2. La precisión que se encontró para un solo operador es una desviación estándar de dos minutos para el tiempo de fraguado inicial y para el tiempo de fraguado final la desviación estándar fue de tres minutos. (NTP 334.006, 2019, Pg.8)

Figura 34. Determinación del tiempo de fraguado final.



Fuente: Elaboración Propia.

4.4.3 Determinación de resistencia a compresión simple

4.4.3.1 Ensayo de compresión simple

"La norma técnica peruana NTP 334.051 (2022), establece que "para determinar la resistencia a la compresión de morteros utilizando especímenes cúbicos de 50 mm de lado, los resultados se utilizarán para verificar el cumplimiento de los requisitos necesarios" (p.4).

Además, la NTP 334.051 (2022), describe el método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland utilizando especímenes cúbicos de 50 mm de lado, menciona que "se deben preparar dos o tres especímenes de cada mezcla de mortero para cada edad de ensayo" (p.9).

Según la MTC E 609, Manual de ensayo de materiales, página 723 (mayo de 2016), "la resistencia a la compresión se medirá en dos cubos de 50 mm de lado" (p.723).

Figura 35. Inicio del vaciado de briquetas cúbicas de L=5cm.



Fuente: Elaboración Propia.

Objetivo: Determinar la resistencia a compresión de morteros llevando a la rotura de especímenes cúbicos de 50 mm de lado.

4.4.3.2 Equipo, Materiales e insumos

- ❖ *Equipo:* Prensa de compresión

Figura 36. Compresora.



Fuente: Elaboración propia

4.4.3.2.1. **Materiales**

- ❖ Moldes para los cubos de 50mm de lado, estos fueron fabricados de metal, estos elementos deben de estar dotados de dispositivos que aseguren una perfecta y rígida unión, que no se produzcan ensanchamientos o pandeos en los especímenes. (MTC E 609, 2016)

Las caras inferiores de los moldes deben de ser planas con una variación máxima permisible de acuerdo a la tabla siguiente.

Figura 37. Variaciones permisibles de moldes cúbicos

| Parámetro | Moldes cúbicos de 2 pulg. | | Moldes cúbicos de 50 mm | |
|------------------------------------|--|--|----------------------------------|----------------------------------|
| | Nuevo | En uso | Nuevo | En uso |
| Plenitud de los lados. | <0,001 pulg | < 0,002 pulg | < 0,025 mm | < 0,05 mm |
| Distancia entre lados opuestos. | 2 pulg ± 0,005 | 2 pulg ± 0,02 | 50 mm ± 0,13 mm | 50 mm ± 0,50m |
| Altura de cada compartimiento. | 2 pulg + 0,01pulg a - 0,005 pulg | 2 pulg + 0,01pulg a - 0,015 pulg | 50 mm + 0,25mm a - 0,13 mm | 50 mm + 0,25mm a - 0,38 mm |
| Angulo entre caras adyacentes. (A) | 90° ± 0,5° | 90° ± 0,5° | 90° ± 0,5° | 90° ± 0,5° |

Fuente: MTC E 609, Manual de ensayo de materiales.

- ❖ Moldes cúbicos estandarizados de 5 cm de lado.

Figura 38. Moldes cúbicos de $L=5\text{ cm}$



Fuente: Elaboración Propia.

- ❖ Probetas de vidrio con una capacidad que permita medir el agua total de la mezcla.

4.4.3.2.2. Insumos

- ❖ Agua.
- ❖ Yeso artesanal.
- ❖ Cemento portland tipo I.

4.4.3.2.3. Muestra

- ❖ Preparación de los moldes: en las caras interiores de los moldes se aplicará una capa delgada de aceite mineral o grasa lubricante ligera. (MTC E 609, 2016, Pg.726)

Figura 39. Aplicación de aceite en los moldes.



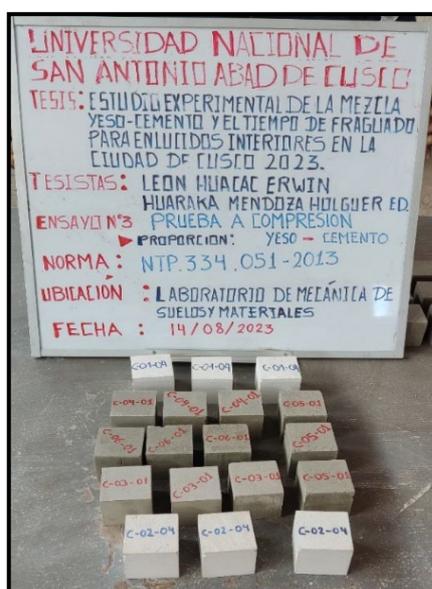
Fuente: Elaboración propia.

- ❖ La preparación del mortero se realizó por el método de fluidez de la pasta para las diferentes proporciones estudiadas.
- ❖ Se inicia el llenado de los compartimentos, antes de los 150 segundos, contados desde la finalización de la mezcla inicial del mortero. Para el ensayo de compresión debe hacerse un mínimo de 3 cubos. Colocar una capa de más o menos 25 mm (1") de espesor (aproximadamente la mitad del molde), en cada uno de los compartimentos, y se apisonan con 32 golpes que se aplicarán sobre la superficie, en 30 segundos en 4 etapas de 8 golpes adyacentes cada una. (MTC E 609, Manual de ensayo de materiales, Pg.726).
- ❖ Los golpes de cada etapa se darán siguiendo una dirección perpendicular a los del anterior llenado uniforme de los moldes. Al finalizar la compactación, las caras superiores de los cubos deben quedar un poco más altas que el borde superior de los moldes, luego de ello debe ser alisada con la parte plana de una espátula, retirando el mortero sobrante con un movimiento de vaivén. (MTC E 609, 2016, Pg.726)

4.4.3.2.4. *Procedimiento para el ensayo a compresión*

- a) Antes de realizar el ensayo a compresión, los cubos deberán secarse y dejarse limpios de arena suelta, o incrustaciones, en las que va a estar en contacto con los bloques de la máquina de ensayo. Se debe comprobar por medio de una regla que las caras estén perfectamente planas. (MTC E 609, 2016, Pg.727)

Figura 40. *Presentación de los cubos antes de realizar en ensayo a compresión.*



Fuente: *Elaboración Propia.*

Figura 41. Lijado de las caras de los especímenes.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 42. Verificación de la verticalidad y dimensión.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 43. Control de verticalidad y dimensión de los especímenes



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 44. Codificado de especímenes



Fuente: Elaboración Propia.

- b) Colocar cuidadosamente el espécimen en la máquina centrando debajo del bloque superior, comprobándose antes de ensayar cada cubo, que la rótula gire libremente en cualquier dirección. (MTC E 609, 2016, Pg.727)

Figura 45. Colocado de espécimen en la prensa.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 46. Verificación de la carga máxima.



Fuente: Elaboración Propia.

4.4.3.2.5. Cálculos

Se debe anotar la carga máxima indicada por la máquina “prensa de compresión” para el ensayo en el momento de rotura y se debe calcular la resistencia a la compresión como sigue:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

- ❖ f_m = Es la resistencia a la compresión en $\frac{kgf}{cm^2}$.
- ❖ P = Es la carga máxima total en kgf .
- ❖ A = Área de la superficie de carga en cm^2 .

Si el área real de la sección transversal de del cubo varia en 1.5% de la nominal, se debe hacer calculo en función del área actual. (MTC E 609, 2016, Pg.727)

El rango máximo permisible entre muestras de una misma tanda de mortero, a la misma edad de ensayo, es de 8,7% del promedio, cuando 3 cubos representan la edad de ensayo; y 7,6%, cuando 2 cubos representan la edad de ensayo. (NTP 334.051,2022, Pg.19)

Si el rango de los 3 especímenes excede el máximo indicado en el párrafo anterior, descartar los resultados que más se alejen del promedio y verificar el rango de los 2 especímenes que quedan. Reensayar la muestra si más de 2 especímenes tuvieran problemas de falla o repetir el ensayo por fallar el cumplimiento de la especificación para el máximo rango permisible de 2 especímenes. (NTP 334.051,2022, Pg.19)

CAPITULO 5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Recolección de la información

5.1.1 Procedimientos para selección de muestra

5.1.1.1 Criterios de inclusión

- ❖ En el ensayo de la fluidez de la pasta el espécimen forma una galleta de escurrimiento circular, realizadas en laboratorio de mecánica de suelos de la UNSAAC, ver figura N°47.
- ❖ En el ensayo del aparato de la aguja de Vicat el espécimen es de forma troco cónico estandarizado, realizadas en laboratorio de mecánica de suelos de la UNSAAC, ver figura N°48 y N°49.
- ❖ En el ensayo de compresión simple, el espécimen son briquetas cúbicas de 5 cm de lado estandarizadas, realizadas en laboratorio de mecánica de suelos de la UNSAAC, ver figura N°50.

Figura 47. Especímenes que cumplen con las medidas establecidas en el rango de diámetros perpendiculares entre 150 mm y 200 mm.



Fuente1: Elaboración Propia.

Figura 48. *Espécimen que cumple con lo establecido en la norma.*



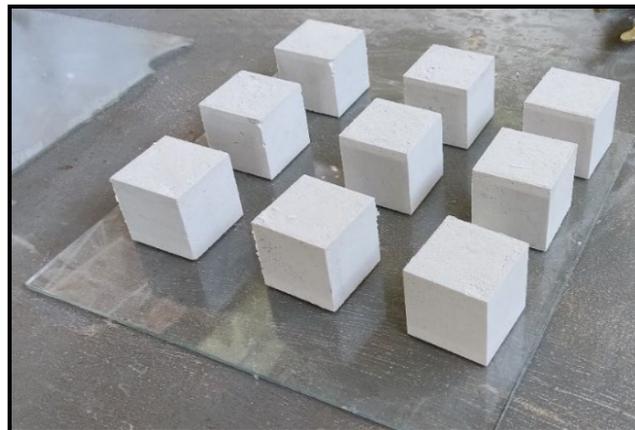
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 49. *Especímenes del ensayo de Vicat realizados en laboratorio.*



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 50. *Briquetas cúbicas que cumplen con las medidas establecidas.*



Fuente: Elaboración Propia.

5.1.1.2 Criterios de exclusión

- ❖ Especímenes con morfología diferente tanto para ensayo de fluidez de la pasta, ensayo de Vicat y ensayo de compresión simple, ver las siguientes figuras.

Figura 51. Morfología diferente en el ensayo de la fluidez de la pasta.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 52. Dimensiones fuera del rango de diámetros



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 53. Especímenes con morfología que no cumple con las medidas establecidas



Fuente: Elaboración Propia.

5.2 Resultados

Se tiene los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos y materiales de la facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y gabinete.

- 1) Ensayo de la fluidez de la pasta
- 2) Ensayo del aparato de la aguja de Vicat
- 3) Ensayo a compresión simple
- 4) Análisis de costos unitarios de enlucido interior por metro cuadrado.

Se utilizaron los siguientes códigos para la identificación de los ensayos

- a) Para el ensayo de la fluidez de la pasta: E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06.
 - E-01: espécimen para el ensayo de la fluidez de la pasta de la proporción de 100% yeso - 0% cemento.
 - E-02: espécimen para el ensayo de la fluidez de la pasta de la proporción de 90% yeso - 10% cemento.
 - E-03: espécimen para el ensayo de la fluidez de la pasta de la proporción de 80% yeso - 20% cemento.
 - E-04: espécimen para el ensayo de la fluidez de la pasta de la proporción de 70% yeso - 30% cemento.
 - E-05: espécimen para el ensayo de la fluidez de la pasta de la proporción de 60% yeso - 40% cemento.
 - E-06: espécimen para el ensayo de la fluidez de la pasta de la proporción de 50% yeso - 50% cemento.
- b) Para el ensayo de la aguja de Vicat: V-01, V-02, V-03, V-04, V-05, V-06.
 - V-01: espécimen para el ensayo de la aguja de Vicat de la proporción de 100% yeso - 0% cemento.
 - V-02: espécimen para el ensayo de la aguja de Vicat de la proporción de 90% yeso - 10% cemento.
 - V-03: espécimen para el ensayo de la aguja de Vicat de la proporción de 80% yeso - 20% cemento.
 - V-04: espécimen para el ensayo de la aguja de Vicat de la proporción de 70% yeso - 30% cemento.
 - V-05: espécimen para el ensayo de la aguja de Vicat de la proporción de 60% yeso - 40% cemento.
 - V-06: espécimen para el ensayo de la aguja de Vicat de la proporción de 50% yeso - 50% cemento.

- c) Para el ensayo a compresión simple: C-01, C-02, C-03, C-04, C-05, C-06.
- C-01: espécimen para el ensayo de la aguja de Vicat de la proporción de 100% yeso - 0% cemento.
 - C-02: espécimen para el ensayo de la aguja de Vicat de la proporción de 90% yeso - 10% cemento.
 - C-03: espécimen para el ensayo de la aguja de Vicat de la proporción de 80% yeso - 20% cemento.
 - C-04: espécimen para el ensayo de la aguja de Vicat de la proporción de 70% yeso - 30% cemento.
 - C-05: espécimen para el ensayo de la aguja de Vicat de la proporción de 60% yeso - 40% cemento.
 - C-06: espécimen para el ensayo de la aguja de Vicat de la proporción de 50% yeso - 50% cemento.

5.2.1 Resultados del ensayo de la fluidez de la pasta

En la tabla N°7, Se muestra los resultados obtenidos de los diámetros perpendiculares de escurrimiento de las galletas para cada espécimen, así mismo se muestra los insumos utilizados en laboratorio y la relación agua / (yeso - cemento) para la proporción 100% yeso - 0% cemento.

Tabla 7. Relación agua / (yeso - cemento) de E-01.

| PROPORCION (100% YESO - 0% CEMENTO) | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|----------------------------------|---|
| Ensayo N° | Masa Total (% yeso -% cemento) (g) | Masa de (% yeso - % cemento) (g) | | Lectura D1 (mm) | Lectura D2 (mm) | Promedio "D" (150 mm - 210 mm) | Relación agua / (yeso - cemento) | Promedio relación agua / (yeso - cemento) |
| | | masa de yeso (g) | masa de cemento (g) | | | | | |
| E-01-01 | 830 | 830 | 0 | 155 | 156 | 155,5 | 0,602 | |
| E-01-02 | 810 | 810 | 0 | 160 | 162 | 161,0 | 0,617 | 0,615 |
| E-01-03 | 800 | 800 | 0 | 180 | 179 | 179,5 | 0,625 | |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 8, Se muestra los resultados obtenidos de los diámetros perpendiculares de escurrimiento de las galletas para cada espécimen, así mismo se muestra

los insumos utilizados en laboratorio y la relación agua / (yeso - cemento) para la proporción 90% yeso - 10% cemento.

Tabla 8. Relación agua / (yeso - cemento) de E-02.

| PROPORCION (90% YESO - 10% CEMENTO) | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|----------------------------------|---|
| Ensayo N° | Masa Total (% yeso - % cemento) (g) | Masa de (% yeso - % cemento) (g) | | Lectura D1 (mm) | Lectura D2 (mm) | Promedio "D" (150 mm - 210 mm) | Relación agua / (yeso - cemento) | Promedio relación agua / (yeso - cemento) |
| | | masa de yeso (g) | masa de cemento (g) | | | | | |
| E-02-01 | 780 | 702 | 78 | 183 | 181 | 182,0 | 0,641 | |
| E-02-02 | 800 | 720 | 80 | 170 | 165 | 167,5 | 0,625 | 0,625 |
| E-02-03 | 820 | 732 | 82 | 156 | 157 | 156,5 | 0,610 | |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 9, Se muestra los resultados obtenidos de los diámetros perpendiculares de escurrimiento de las galletas para cada espécimen, así mismo se muestra los insumos utilizados en laboratorio y la relación agua / (yeso - cemento) para la proporción 80% yeso - 20% cemento.

Tabla 9. Relación agua / (yeso - cemento) de E-03.

| PROPORCION (80% YESO - 20% CEMENTO) | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|----------------------------------|---|
| Ensayo N° | Masa Total (% yeso - % cemento) (g) | Masa de (% yeso - % cemento) (g) | | Lectura D1 (mm) | Lectura D2 (mm) | Promedio "D" (150 mm - 210 mm) | Relación agua / (yeso - cemento) | Promedio relación agua / (yeso - cemento) |
| | | masa de yeso (g) | masa de cemento (g) | | | | | |
| E-03-01 | 800 | 640 | 160 | 162 | 163 | 162,5 | 0,625 | |
| E-03-02 | 790 | 632 | 158 | 168 | 167 | 167,5 | 0,633 | 0,633 |
| E-03-03 | 780 | 624 | 156 | 172 | 171 | 171,5 | 0,641 | |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 10, Se muestra los resultados obtenidos de los diámetros perpendiculares de escurrimiento de las galletas para cada espécimen, así mismo se muestra los insumos utilizados en laboratorio y la relación agua / (yeso - cemento) para la proporción 70% yeso - 30% cemento.

Tabla 10. Relación de agua / (yeso - cemento) de E-04.

| PROPORCION (70% YESO - 30% CEMENTO) | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|----------------------------------|---|
| Ensayo N° | Masa Total (% yeso - % cemento) (g) | Masa de (% yeso - % cemento) (g) | | Lectura D1 (mm) | Lectura D2 (mm) | Promedio "D" (150 mm - 210 mm) | Relación agua / (yeso - cemento) | Promedio relación agua / (yeso - cemento) |
| | | masa de yeso (g) | masa de cemento (g) | | | | | |
| E-04-01 | 780 | 546 | 234 | 165 | 170 | 167,5 | 0,641 | |
| E-04-02 | 800 | 560 | 240 | 160 | 162 | 161,0 | 0,625 | 0,641 |
| E-04-03 | 760 | 532 | 228 | 182 | 182 | 182,0 | 0,658 | |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 11, Se muestra los resultados obtenidos de los diámetros perpendiculares de escurrimiento de las galletas para cada espécimen, así mismo se muestra los insumos utilizados en laboratorio y la relación agua / (yeso - cemento) para la proporción 60% yeso - 40% cemento.

Tabla 11. Relación agua / (yeso - cemento) E-05.

| PROPORCION (60% YESO - 40% CEMENTO) | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|----------------------------------|---|
| Ensayo N° | Masa Total (% yeso - % cemento) (g) | Masa de (% yeso - % cemento) (g) | | Lectura D1 (mm) | Lectura D2 (mm) | Promedio "D" (150 mm - 210 mm) | Relación agua / (yeso - cemento) | Promedio relación agua / (yeso - cemento) |
| | | masa de yeso (g) | masa de cemento (g) | | | | | |
| E-05-01 | 750 | 450 | 300 | 180 | 180 | 180,0 | 0,667 | |
| E-05-02 | 770 | 462 | 308 | 177 | 178 | 177,5 | 0,649 | 0,650 |
| E-05-03 | 790 | 474 | 316 | 163 | 162 | 162,5 | 0,633 | |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N°12, Se muestra los resultados obtenidos de los diámetros perpendiculares de escurrimiento de las galletas para cada espécimen, así mismo se muestra los insumos utilizados en laboratorio y la relación agua / (yeso - cemento) para la proporción 50% yeso - 50% cemento.

Tabla 12. Relación agua / (yeso - cemento) de E-06.

| PROPORCION (50% YESO - 50% CEMENTO) | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|---|---|
| Ensayo N° | Masa Total (% yeso -% cemento) (g) | Masa de (% yeso - % cemento) (g) | | Lectura D1 (mm) | Lectura D2 (mm) | Promedio "D" (150 mm -210 mm) | Relación agua / (yeso - cemento) | Promedio relación agua / (yeso - cemento) |
| | | masa de yeso (g) | masa de cemento (g) | | | | | |
| E-06-01 | 760 | 380 | 380 | 154 | 155 | 154,5 | 0,658 | |
| E-06-02 | 740 | 370 | 370 | 200 | 199 | 199,5 | 0,676 | 0,667 |
| E-06-03 | 750 | 375 | 375 | 185 | 182 | 183,5 | 0,667 | |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 13, se tiene el resumen del promedio de la relación agua / (yeso - cemento) de las seis proporciones estudiadas por el método de la fluidez de la pasta.

Tabla 13. Resumen de los resultados obtenidos del ensayo de fluidez de la pasta relación agua / (yeso - cemento).

| N° | MUESTRAS CODIFICADAS | PROPORCION YESO - CEMENTO | RELACION AGUA / (YESO - CEMENTO) |
|----|-------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 01 | E-01 | 100% YESO - 0% CEMENTO | 0,615 |
| 02 | E-02 | 90% YESO - 10% CEMENTO | 0,625 |
| 03 | E-03 | 80% YESO - 20% CEMENTO | 0,633 |
| 04 | E-04 | 70% YESO - 30% CEMENTO | 0,641 |
| 05 | E-05 | 60% YESO - 40% CEMENTO | 0,650 |
| 06 | E-06 | 50% YESO - 50% CEMENTO | 0,667 |

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2 Resultados del ensayo del aparato de la aguja de Vicat

En este ensayo se muestran los resultados obtenidos en laboratorio y el empleo de los resultados de la relación agua / (yeso - cemento) en el ensayo de la fluidez de la pasta. Para las proporciones estudiadas estas son: 100% yeso - 0% cemento; 90% yeso - 10% cemento; 80% yeso - 20% cemento; 70% yeso - 30% cemento; 60% yeso - 40% cemento y 50% yeso - 50% cemento.

De acuerdo a NTP 334.006 (2019), el fraguado inicial se considera desde que el polvo de la mezcla (yeso – cemento) entra en contacto con el agua.

El tiempo que se considera desde el momento en el que el polvo de la mezcla (yeso – cemento) entra en contacto con el agua hasta el momento donde la pasta se encuentre en el molde tronco cónico, es de 3 minutos con 15 segundos.

5.2.2.1 Resultados obtenidos de la proporción 100% yeso - 0% cemento.

En la tabla N° 14 Se muestra las cantidades de los insumos en masa, utilizados en el ensayo del aparato de aguja de Vicat para proporción 100% yeso - 0% cemento.

Tabla 14. Proporción V-01-01.

| PROPORCION V-01 | CANTIDAD AGUA | CANTIDAD DE YESO | CANTIDAD DE CEMENTO | RELACION AGUA / (YESO - CEMENTO) |
|--------------------|------------------|---------------------|------------------------|--|
| PESO (g) | 153,75 | 250,00 | 0,00 | 0,615 |
| PESO (%) | | 100% | 0% | |

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N°15 y N°16, se muestra los registros de lectura de penetración en mm y tiempo en minutos desde el vertido de la pasta al molde tronco cónico hasta su fraguado final.

Tabla 15. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-01-01, Parte A.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|---------------------|-------------|
| 1 | 0 min | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | |

Tabla 16. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-01-01, Parte B.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-------------------------------|
| 5 | 3 min 30 s | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | |
| 7 | 4 min 30 s | 40 | |
| 8 | 5 min | 38 | |
| 9 | 5 min 30 s | 29 | Datos de Valor a Interpolar 1 |
| 10 | 6 min | 22 | Datos de Valor a Interpolar 2 |
| 11 | 6 min 30 s | 14 | |
| 12 | 7 min | 7 | |
| 13 | 7 min 30 s | 3 | |
| 14 | 8 min | 1 | |
| 15 | 8 min 30 s | 1 | |
| 16 | 9 min | 1 | |
| 18 | 9 min30 s | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |

Fuente: Elaboración Propia.

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial, se observa que la penetración de 25 mm se encuentra entre las lecturas de N° 9 = 5 min con 30 s y N°10 = con 6 min, y que mediante la interpolación se obtiene una lectura de 5 minutos con 48 segundos.

Entonces considerando el tiempo de amasado de tres minutos con 15 segundos. Se obtuvo el tiempo de fraguado inicial de 9 minutos con 3 segundos.

El tiempo de fraguado final se obtuvo de la suma del tiempo de la lectura N°18 más el tiempo de amasado, que es 12 minutos con 45 segundos.

En la siguiente tabla N° 17 se presenta los resultados del tiempo de fraguado inicial y final para la mezcla 100% yeso - 0% cemento.

Tabla 17. Tiempo de fraguado inicial y final de V-01-01

| RESULTADOS | V-01-01 |
|-----------------------------------|----------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 9 min 3 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 12 min 45 s |

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N° 18 se muestra los registros de lectura de penetración en mm y tiempo en minutos desde el vertido de la pasta al molde tronco cónico hasta su fraguado final.

Tabla 18. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-01-02.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|-------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1 | 0 min | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | |
| 5 | 3 min 30 s | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | |
| 7 | 4 min 30 s | 40 | |
| 8 | 5 min | 40 | |
| 9 | 5 min 30 s | 38 | |
| 10 | 6 min | 33 | |
| 11 | 6 min 30 s | 28 | Datos de Valor a Interpolar 1 |
| 12 | 7 min | 22 | Datos de Valor a Interpolar 2 |
| 13 | 7 min 30 s | 17 | |
| 14 | 8 min | 3 | |
| 15 | 8 min 30 s | 2 | |
| 16 | 9 min | 1 | |
| 17 | 9 min 30 s | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |

Fuente: Elaboración Propia.

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial, se observa que la penetración de 25 mm se encuentra entre las lecturas de N° 11= 6 min 30 seg y N°12 =7 min, y que corresponde a una interpolación de 6 minutos con 48 segundos.

Entonces considerando el tiempo de amasado de tres minutos con 15 segundos. Se obtuvo el tiempo de fraguado inicial de 10 minutos con 3 segundos.

El tiempo de fraguado final se obtuvo de la suma del tiempo de la lectura N°17 más el tiempo de amasado, que es 12 minutos con 45 segundos.

Tabla 19. Tiempo de fraguado inicial y final de V-01-02.

| RESULTADOS | V-01-02 |
|-----------------------------------|----------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 10 min 3 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 12 min 45 s |

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N° 20 y N° 21 se muestra los registros de lectura de penetración en mm y tiempo en minutos desde el vertido de la pasta al molde tronco cónico hasta su fraguado final.

Tabla 20. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-01-03, Parte A.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|-------------------|---------------------|-------------------------|----------------------------|
| 1 | 0 min | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | |
| 5 | 3 min 30 s | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | |
| 7 | 4 min 30 s | 40 | |
| 8 | 5 min | 37 | |
| 9 | 5 min 30 s | 28 | |
| 10 | 6 min | 25 | Tiempo de fraguado inicial |
| 11 | 6 min 30 s | 18 | |
| 12 | 7 min | 10 | |

Tabla 21. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-01-03, Parte B.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-----------------------------|
| 13 | 7 min 30 s | 6 | |
| 14 | 8 min | 3 | |
| 15 | 8 min 30 s | 2 | |
| 16 | 9 min | 1 | |
| 17 | 9 min 30 s | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |

Fuente: Elaboración Propia

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial, se observa que la penetración de 25mm corresponde a la lectura N°10 con un tiempo de 6 minutos.

Entonces considerando el tiempo de amasado de tres minutos con 15 segundos. Se obtuvo el tiempo de fraguado inicial de 9 minutos con 15 segundos.

El tiempo de fraguado final se obtuvo de la suma del tiempo de la lectura N°17 más el tiempo de amasado, que es 12 minutos con 45 segundos.

Tabla 22. Tiempo de fraguado inicial y final de V-01-03.

| RESULTADOS | V-01-03 |
|----------------------------|-------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 9 min 15 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 12 min 45 s |

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, en la tabla N° 23 se tiene el resumen de los resultados obtenidos para esta proporción 100% yeso - 0% cemento, del tiempo de fraguado inicial y final.

Tabla 23. Resumen de tiempo de fraguado inicial y final de V-01.

| RESULTADOS | V-01-01 | V-01-02 | V-01-03 | PROMEDIO |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 9 min 3 s | 10 min 3 s | 9 min 15s | 9 min 27 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 12 min 45 s |

Fuente2: Elaboración Propia.

5.2.2.2 Resultados obtenidos de la proporción 90% yeso - 10% cemento.

En la siguiente tabla N° 24 se muestra las cantidades de los insumos utilizados para el ensayo del aparato de aguja de Vicat para proporción 90% yeso - 10% cemento.

Tabla 24. Cantidad de insumos para el ensayo V-02-01.

| PROPORCION 02 | V- | CANTIDAD AGUA | CANTIDAD DE YESO | CANTIDAD DE CEMENTO | RELACION AGUA/(YESO- CEMENTO) |
|------------------|----|------------------|------------------|------------------------|-------------------------------------|
| PESO (g) | | 156,25 | 225,00 | 25,00 | 0,625 |
| PESO (%) | | | 90% | 10% | |

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N° 25 y N°26 se muestra los registros de lectura de penetración en mm y tiempo en minutos desde el vertido de la pasta al molde tronco cónico hasta su fraguado final.

Tabla 25. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-02-01, Parte A.

| LECTURA | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|---------|--------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 0 min | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | |
| 5 | 3 min 30 s | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | |
| 7 | 4 min 30 s | 40 | |
| 8 | 5 min | 40 | |
| 9 | 5 min 30 s | 40 | |
| 10 | 6 min | 39 | |
| 11 | 6 min 30 s | 35 | |
| 12 | 7 min | 30 | |
| 13 | 7 min 30 s | 28 | Datos de Valor a Interpolar 1 |
| 14 | 8 min | 21 | Datos de Valor a Interpolar 2 |

Tabla 26. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-02-01, Parte B.

| LECTURA | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|---------|--------------|------------------|-----------------------------|
| 15 | 8 min 30 s | 18 | |
| 16 | 9 min | 13 | |
| 17 | 9 min 30 s | 10 | |
| 18 | 10 min | 12 | |
| 19 | 10 min 30 s | 7 | |
| 20 | 11 min | 3 | |
| 21 | 11 min 30 s | 1 | |
| 22 | 12 min | 1 | |
| 23 | 13 min | 1 | |
| 24 | 13 min 30 s | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |

Fuente: Elaboración Propia.

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial, se observa que la penetración de 25mm se encuentra entre las lecturas de N° 13 = 7 min 30 seg y N°14 = 8 min, y se realiza una interpolación y se obtiene 7 minutos con 42 segundos.

Entonces considerando el tiempo de amasado de tres minutos con 15 segundos. Se obtuvo el tiempo de fraguado inicial de 10 minutos con 57 segundos.

El tiempo de fraguado final se obtuvo de la suma del tiempo de la lectura N°24 más el tiempo de amasado, que es 16 minutos con 45 segundos.

Tabla 27. Tiempo de fraguado inicial y final de V-02-01.

| RESULTADOS | V-02-01 |
|----------------------------|-------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 10 min 57 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 16 min 45 s |

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N°28 se muestra los registros de lectura de penetración en mm y tiempo en minutos desde el vertido de la pasta al molde tronco cónico hasta su fraguado final.

Tabla 28. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-02-02.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 0 min | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | |
| 5 | 3 min 30 s | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | |
| 7 | 4 min 30 s | 40 | |
| 8 | 5 min | 40 | |
| 9 | 5 min 30 s | 38 | |
| 10 | 6 min | 33 | |
| 11 | 6 min 30 s | 28 | |
| 12 | 7 min | 26 | Datos de Valor a Interpolar 1 |
| 13 | 7 min 30 s | 22 | Datos de Valor a Interpolar 2 |
| 14 | 8 min | 18 | |
| 15 | 8 min 30 s | 15 | |
| 16 | 9 min | 6 | |
| 17 | 9 min 30 s | 4 | |
| 18 | 10 min | 2 | |
| 19 | 10 min 30 s | 2 | |
| 20 | 11 min | 2 | |
| 21 | 11 min 30 s | 1 | |
| 22 | 12 min | 1 | |
| 23 | 13 min | 1 | |
| 24 | 13 min 30 s | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |

Fuente: Elaboración Propia.

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial, se observa que la penetración de 25mm se encuentra entre las lecturas de N° 12= 7 min y N°13= 7 min 30 s, y corresponde a una interpolación de 7 minutos con 6 segundos.

Entonces considerando el tiempo de amasado de tres minutos con 15 segundos. Se obtuvo el tiempo de fraguado inicial de 10 minutos con 21 segundos.

El tiempo de fraguado final se obtuvo de la suma del tiempo de la lectura N°24 más el tiempo de amasado, que es 16 minutos con 45 segundos.

Tabla 29. tiempo de fraguado inicial y final de V-02-02.

| RESULTADOS | V-02-02 |
|-----------------------------------|----------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 10 min 21 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 16 min 45 s |

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N°30 y N°31, se muestra los registros de lectura de penetración en mm y tiempo en minutos desde el vertido de la pasta al molde tronco cónico hasta su fraguado final.

Tabla 30. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-02-03. Parte A.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|-------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1 | 0 min | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | |
| 5 | 3 min 30 s | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | |
| 7 | 4 min 30 s | 40 | |
| 8 | 5 min | 40 | |
| 9 | 5 min 30 s | 38 | |
| 10 | 6 min | 33 | Datos de Valor a Interpolar 1 |
| 11 | 6 min 30 s | 20 | Datos de Valor a Interpolar 2 |
| 12 | 7 min | 18 | |

Tabla 31. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-02-03. Parte B.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-----------------------------|
| 13 | 7 min 30 s | 16 | |
| 14 | 8 min | 10 | |
| 15 | 8 min 30 s | 9 | |
| 16 | 9 min | 7 | |
| 17 | 9 min 30 s | 5 | |
| 18 | 10 min | 3 | |
| 19 | 10 min 30 s | 2 | |
| 20 | 11 min | 1 | |
| 21 | 11 min 30 s | 1 | |
| 22 | 12 min | 1 | |
| 23 | 13 min | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |

Fuente: Elaboración Propia.

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial, se observa que la penetración de 25mm se encuentra entre las lecturas de N° 10= 6 min y N°11= 6 min 30 s, y corresponde a una interpolación de 6 minutos con 18 segundos.

Entonces considerando el tiempo de amasado de tres minutos con 15 segundos. Se obtuvo el tiempo de fraguado inicial de 9 minutos con 33 segundos.

El tiempo de fraguado final se obtuvo de la suma del tiempo de la lectura N°23 más el tiempo de amasado, que es 16 minutos con 15 segundos.

Tabla 32. Tiempo de fraguado inicial y final de V-02-03.

| RESULTADOS | V-02-03 |
|----------------------------|------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 9 min 33 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 16 min 15s |

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N°33 se tiene el resumen de los resultados obtenidos para esta proporción 90% yeso - 10% cemento, del tiempo de fraguado inicial y final.

Tabla 33. Resumen tiempo de fraguado inicial y final de V-02.

| RESULTADOS | V-02-01 | V-02-02 | V-02-03 | PROMEDIO |
|----------------------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 10 min 57 s | 10 min 21 s | 9 min 33 s | 10 min 17 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 16 min 45 s | 16 min 45 s | 16 min 15s | 16 min 35 s |

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2.3 Resultados obtenidos de la proporción 80% yeso - 20% cemento.

En la tabla N°34 se muestra las cantidades de los insumos utilizados para el ensayo del aparato de aguja de Vicat para proporción 80% yeso - 20% cemento.

Tabla 34. Cantidad de insumos para el ensayo V-03-01.

| PROPORCION V-03 | CANTIDAD AGUA | CANTIDAD DE YESO | CANTIDAD DE CEMENTO | RELACION AGUA/(YESO-CEMENTO) |
|-----------------|---------------|------------------|---------------------|------------------------------|
| PESO (g) | 158,25 | 200,00 | 50,00 | 0,633 |
| PESO (%) | | 80% | 20% | |

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N° 35 y N° 36 se muestra los registros de lectura de penetración en mm y tiempo en minutos desde el vertido de la pasta al molde tronco cónico hasta su fraguado final.

Tabla 35. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-03-01. Parte A.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-------------|
| 1 | 0 min | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | |
| 5 | 3 min 30 s | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | |
| 7 | 4 min 30 s | 40 | |

Tabla 36. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-03-01. Parte B.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-------------------------------|
| 8 | 5 min | 39 | |
| 9 | 5 min 30 s | 35 | |
| 10 | 6 min | 33 | |
| 11 | 6 min 30 s | 27 | Datos de Valor a Interpolar 1 |
| 12 | 7 min | 23 | Datos de Valor a Interpolar 2 |
| 13 | 7 min 30 s | 19 | |
| 14 | 8 min | 15 | |
| 15 | 8 min 30 s | 9 | |
| 16 | 9 min | 5 | |
| 17 | 9 min 30 s | 3 | |
| 18 | 10 min | 3 | |
| 19 | 10 min 30 s | 2 | |
| 20 | 11 min | 2 | |
| 21 | 11 min 30 s | 1 | |
| 22 | 12 min | 1 | |
| 23 | 13 min | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |

Fuente: Elaboración Propia.

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial, se observa que la penetración de 25 mm se encuentra entre las lecturas de N° 11= 6 min 30 s y N°12= 7 min, y corresponde a una interpolación de 6 minutos con 48 segundos.

Entonces considerando el tiempo de amasado de tres minutos con 15 segundos. Se obtuvo el tiempo de fraguado inicial de 10 minutos con 3 segundos.

El tiempo de fraguado final se obtuvo de la suma del tiempo de la lectura N°23 más el tiempo de amasado, que es 16 minutos con 15 segundos.

Tabla 37. Tiempo de fraguado inicial y final de V-03-01.

| RESULTADOS | V-03-01 |
|----------------------------|----------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 10 min 3 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 16 min 15 s |

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N° 38 y N°39 se muestra los registros de lectura de penetración en mm y tiempo en minutos desde el vertido de la pasta al molde tronco cónico hasta su fraguado final.

Tabla 38. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-03-02. Parte A.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|-------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1 | 0 min | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | |
| 5 | 3 min 30 s | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | |
| 7 | 4 min 30 s | 40 | |
| 8 | 5 min | 30 | |
| 9 | 5 min 30 s | 29 | |
| 10 | 6 min | 27 | Datos de Valor a Interpolar 1 |
| 11 | 6 min 30 s | 17 | Datos de Valor a Interpolar 2 |
| 12 | 7 min | 14 | |
| 13 | 7 min 30 s | 13 | |
| 14 | 8 min | 7 | |
| 15 | 8 min 30 s | 7 | |
| 16 | 9 min | 4 | |
| 17 | 9 min 30 s | 3 | |
| 18 | 10 min | 3 | |

Tabla 39. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-03-02. Parte B.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-----------------------------|
| 19 | 10 min 30 s | 3 | |
| 20 | 11 min | 2 | |
| 21 | 11 min 30 s | 2 | |
| 22 | 12 min | 1 | |
| 23 | 13 min | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |

Fuente: Elaboración Propia.

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial, se observa que la penetración de 25 mm se encuentra entre las lecturas de N° 10= 6 min y N°11= 6 min 30 s, y corresponde a 6 minutos con 6 segundos.

Entonces considerando el tiempo de amasado de tres minutos con 15 segundos. Se obtuvo el tiempo de fraguado inicial de 9 minutos con 21 segundos.

El tiempo de fraguado final se obtuvo de la suma del tiempo de la lectura N°23 más el tiempo de amasado, que es 16 minutos con 15 segundos.

Tabla 40. Tiempo de fraguado inicial y final de V-03-02.

| RESULTADOS | V-03-02 |
|----------------------------|-------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 9 min 21 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 16 min 15 s |

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N° 41 se muestra los registros de lectura de penetración en mm y tiempo en minutos desde el vertido de la pasta al molde tronco cónico hasta su fraguado final.

Tabla 41. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-03-03.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-----------------------------|
| 1 | 0 min | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | |
| 5 | 3 min 30 s | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | |
| 7 | 4 min 30 s | 40 | |
| 8 | 5 min | 38 | |
| 9 | 5 min 30 s | 33 | |
| 10 | 6 min | 30 | |
| 11 | 6 min 30 s | 28 | |
| 12 | 7 min | 25 | Tiempo de fraguado inicial |
| 13 | 7 min 30 s | 21 | |
| 14 | 8 min | 15 | |
| 15 | 8 min 30 s | 13 | |
| 16 | 9 min | 9 | |
| 17 | 9 min 30 s | 5 | |
| 18 | 10 min | 4 | |
| 19 | 10 min 30 s | 3 | |
| 20 | 11 min | 3 | |
| 21 | 11 min 30 s | 1 | |
| 22 | 12 min | 1 | |
| 23 | 13 min | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |

Fuente: Elaboración Propia.

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial, se observa que la penetración de 25 mm se encuentra en la lectura de N° 12 con 7 min.

Entonces considerando el tiempo de amasado de tres minutos con 15 segundos. Se obtuvo el tiempo de fraguado inicial de 10 minutos con 15 segundos.

El tiempo de fraguado final se obtuvo de la suma del tiempo de la lectura N°23 más el tiempo de amasado, que es 16 minutos con 15 segundos.

Tabla 42. Tiempo de fraguado inicial y final de V-03-03.

| RESULTADOS | V-03-03 |
|----------------------------|----------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 10 min 15 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 16 min 15 s |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N°43 se presenta el resumen de los resultados obtenidos para esta proporción 80% yeso - 20% cemento, del tiempo de fraguado inicial y final.

Tabla 43. Resumen de tiempo de fraguado inicial y final de V-03.

| RESULTADOS | V-03-01 | V-03-02 | V-03-03 | PROMEDIO |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 10 min 3 s | 9 min 21 s | 10 min 15 s | 9 min 53 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 16 min 15 s |

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2.4 Resultados obtenidos de la proporción 70% yeso - 30% cemento.

En la tabla N°44 se muestra las cantidades de los insumos utilizados para el ensayo del aparato de aguja de Vicat para proporción 70% yeso - 30% cemento

Tabla 44. Cantidad de insumos para el ensayo V-04-01.

| PROPORCION V-04 | CANTIDAD AGUA | CANTIDAD DE YESO | CANTIDAD DE CEMENTO | RELACION AGUA/(YESO-CEMENTO) |
|------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| PESO (g) | 160,25 | 175,00 | 75,00 | 0,641 |
| PESO (%) | | 70% | 30% | |

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N°45 se muestra los registros de lectura de penetración en mm y tiempo en minutos desde el vertido de la pasta al molde tronco cónico hasta su fraguado final.

Tabla 45. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-04-01.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|-------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1 | 0 min | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | |
| 5 | 3 min 30 s | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | |
| 7 | 4 min 30 s | 40 | |
| 8 | 5 min | 38 | |
| 9 | 5 min 30 s | 32 | |
| 10 | 6 min | 28 | |
| 11 | 6 min 30 s | 26 | Datos de Valor a Interpolar 1 |
| 12 | 7 min | 23 | Datos de Valor a Interpolar 2 |
| 13 | 7 min 30 s | 21 | |
| 14 | 8 min | 20 | |
| 15 | 8 min 30 s | 17 | |
| 16 | 9 min | 16 | |
| 17 | 9 min 30 s | 13 | |
| 18 | 10 min | 9 | |
| 19 | 10 min 30 s | 8 | |
| 20 | 11 min | 7 | |
| 21 | 11 min 30 s | 6 | |
| 22 | 12 min | 4 | |
| 23 | 12 min 30 s | 3 | |
| 24 | 13min | 3 | |
| 25 | 13min 30 s | 1 | |
| 26 | 14min | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |

Fuente: Elaboración Propia.

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial, se observa que la penetración de 25 mm se encuentra entre las lecturas de N° 11= 6 min 30 s y N°12= 7 min, y corresponde a una interpolación de 6 minutos con 42 segundos.

Entonces considerando el tiempo de amasado de tres minutos con 15 segundos. Se obtuvo el tiempo de fraguado inicial de 9 minutos con 57 segundos.

El tiempo de fraguado final se obtuvo de la suma del tiempo de la lectura N°26 más el tiempo de amasado, que es 17 minutos con 15 segundos.

Tabla 46. Tiempo de fraguado inicial y final de V-04-01.

| RESULTADOS | V-04-01 |
|----------------------------|----------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 9 min 57 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 17 min 15 s |

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N° 47 y N°48 se muestra los registros de lectura de penetración en mm y tiempo en minutos desde el vertido de la pasta al molde tronco cónico hasta su fraguado final.

Tabla 47. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-04-02. Parte A.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|-------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1 | 0 min | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | |
| 5 | 3 min 30 s | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | |
| 7 | 4 min 30 s | 40 | |
| 8 | 5 min | 35 | |
| 9 | 5 min 30 s | 33 | |
| 10 | 6 min | 32 | |
| 11 | 6 min 30 s | 29 | Datos de Valor a Interpolar 1 |

Tabla 48. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-04-02. Parte B.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-------------------------------|
| 12 | 7 min | 20 | Datos de Valor a Interpolar 2 |
| 13 | 7 min 30 s | 19 | |
| 14 | 8 min | 17 | |
| 15 | 8 min 30 s | 17 | |
| 16 | 9 min | 15 | |
| 17 | 9 min 30 s | 13 | |
| 18 | 10 min | 11 | |
| 19 | 10 min 30 s | 11 | |
| 20 | 11 min | 8 | |
| 21 | 11 min 30 s | 5 | |
| 22 | 12 min | 4 | |
| 23 | 12 min 30 s | 4 | |
| 24 | 13min | 2 | |
| 25 | 13min 30 s | 2 | |
| 26 | 14min | 1 | |
| 27 | 14 min 30 s | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |

Fuente: Elaboración Propia.

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial, se observa que la penetración de 25 mm se encuentra entre las lecturas de N° 11= 6 min 30 s y N°12= 7min, y corresponde a una interpolación de 6 minutos con 42 segundos.

Entonces considerando el tiempo de amasado de tres minutos con 15 segundos. Se obtuvo el tiempo de fraguado inicial de 9 minutos con 57 segundos.

En la tabla N°49 se muestra el tiempo de fraguado final se obtuvo de la suma del tiempo de la lectura N°27 más el tiempo de amasado, que es 17 minutos con 45 segundos.

Tabla 49. Tiempo de fraguado inicial y final de V-04-02

| RESULTADOS | V-04-02 |
|----------------------------|----------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 9 min 57 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 17 min 45 s |

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N° 50 y N°51 se muestra los registros de lectura de penetración en mm y tiempo en minutos desde el vertido de la pasta al molde tronco cónico hasta su fraguado final.

Tabla 50. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-04-03. Parte A.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|-------------------|---------------------|-------------------------|----------------------------|
| 1 | 0 min | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | |
| 5 | 3 min 30 s | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | |
| 7 | 4 min 30 s | 40 | |
| 8 | 5 min | 40 | |
| 9 | 5 min 30 s | 39 | |
| 10 | 6 min | 35 | |
| 11 | 6 min 30 s | 35 | |
| 12 | 7 min | 33 | |
| 13 | 7 min 30 s | 29 | |
| 14 | 8 min | 29 | |
| 15 | 8 min 30 s | 25 | Tiempo de fraguado inicial |
| 16 | 9 min | 20 | |

Tabla 51. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-04-03. Parte B.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-----------------------------|
| 17 | 9 min 30 s | 18 | |
| 18 | 10 min | 17 | |
| 19 | 10 min 30 s | 17 | |
| 20 | 11 min | 10 | |
| 21 | 11 min 30 s | 8 | |
| 22 | 12 min | 7 | |
| 23 | 12 min 30 s | 5 | |
| 24 | 13min | 4 | |
| 25 | 13min 30 s | 3 | |
| 26 | 14min | 3 | |
| 27 | 14 min 30 s | 2 | |
| 28 | 15min | 1 | |
| 29 | 15 min 30 s | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |

Fuente: Elaboración Propia.

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial, se observa que la penetración de 25 mm se encuentra en la lectura de N° 15 que corresponde a 8 minutos con 30 segundos.

Entonces considerando el tiempo de amasado de tres minutos con 15 segundos. Se obtuvo el tiempo de fraguado inicial de 11 minutos con 45 segundos.

En la tabla N°52 se muestra el tiempo de fraguado final se obtuvo de la suma del tiempo de la lectura N°29 más el tiempo de amasado, que es 18 minutos con 45 segundos.

Tabla 52. Tiempo de fraguado inicial y final de V-04-03.

| RESULTADOS | V-04-03 |
|----------------------------|-------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 11 min 45 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 18 min 45 s |

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, en la tabla N°53 se muestra el resumen de los resultados obtenidos para esta proporción 70% yeso - 30% cemento, del tiempo de fraguado inicial y final.

Tabla 53. Resumen de tiempo de fraguado inicial y final de V-04.

| RESULTADOS | V-04-01 | V-04-02 | V-04-03 | PROMEDIO |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 9 min 57 s | 9 min 57 s | 11 min 45 s | 10 min 33 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 17 min 15 s | 17 min 45 s | 18 min 45 s | 17 min 49 s |

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2.5 Resultados obtenidos de la proporción 60% yeso - 40% cemento.

En la tabla N°54 se muestra las cantidades de los insumos utilizados para el ensayo del aparato de aguja de Vicat para proporción 60% yeso - 40% cemento.

Tabla 54. Cantidad de insumos para el ensayo V-05-01

| PROPORCION N° V-05 | CANTIDAD AGUA | CANTIDAD DE YESO | CANTIDAD DE CEMENTO | RELACION AGUA / (YESO - CEMENTO) |
|--------------------|---------------|------------------|---------------------|----------------------------------|
| PESO (g) | 162,50 | 150,00 | 100,00 | 0,650 |
| PESO (%) | | 60% | 40% | |

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N° 55, N° 56 y N° 57, se muestra los registros de lectura de penetración en mm y tiempo en minutos desde el vertido de la pasta al molde tronco cónico hasta su fraguado final.

Tabla 55. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-05-01. Parte A.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-------------|
| 1 | 0 min | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | |

Tabla 56. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-05-01. Parte B.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-------------------------------|
| 5 | 3 min 30 s | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | |
| 7 | 4 min 30 s | 40 | |
| 8 | 5 min | 40 | |
| 9 | 5 min 30 s | 40 | |
| 10 | 6 min | 39 | |
| 11 | 6 min 30 s | 38 | |
| 12 | 7 min | 33 | |
| 13 | 7 min 30 s | 33 | |
| 14 | 8 min | 32 | |
| 15 | 8 min 30 s | 30 | |
| 16 | 9 min | 29 | |
| 17 | 9 min 30 s | 29 | |
| 18 | 10 min | 27 | Datos de Valor a Interpolar 1 |
| 19 | 10 min 30 s | 24 | Datos de Valor a Interpolar 2 |
| 20 | 11 min | 24 | |
| 21 | 11 min 30 s | 22 | |
| 22 | 12 min | 21 | |
| 23 | 12 min 30 s | 21 | |
| 24 | 13 min | 20 | |
| 25 | 14 min | 20 | |
| 26 | 15 min | 20 | |
| 27 | 16 min | 18 | |

Tabla 57. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-05-01. Parte C.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-----------------------------|
| 28 | 17 min | 18 | |
| 29 | 18 min | 17 | |
| 30 | 19 min | 14 | |
| 31 | 20 min | 14 | |
| 32 | 21 min | 13 | |
| 33 | 22 min | 12 | |
| 34 | 23 min | 12 | |
| 35 | 24 min | 12 | |
| 36 | 25 min | 11 | |
| 37 | 26 min | 11 | |
| 38 | 27 min | 10 | |
| 39 | 28 min | 10 | |
| 40 | 29 min | 8 | |
| 41 | 30 min | 7 | |
| 42 | 35 min | 7 | |
| 43 | 40 min | 6 | |
| 44 | 45 min | 5 | |
| 45 | 50 min | 4 | |
| 46 | 55 min | 4 | |
| 47 | 60 min | 2 | |
| 48 | 75 min | 2 | |
| 49 | 90 min | 2 | |
| 50 | 120 min | 1 | |
| 51 | 150min | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |

Fuente: Elaboración Propia.

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial, se observa que la penetración de 25 mm se encuentra entre las lecturas de N° 18 = 10 min Y N°19 = 10 min 30 s, y corresponde a una interpolación de 10 minutos con 18 segundos.

Entonces considerando el tiempo de amasado de tres minutos con 15 segundos. Se obtuvo el tiempo de fraguado inicial de 13 minutos con 33 segundos.

El tiempo de fraguado final se obtuvo de la suma del tiempo de la lectura N°51 más el tiempo de amasado, que es 153 minutos con 15 segundos.

Tabla 58. Tiempo de fraguado inicial y final de V-05-01

| RESULTADOS | V-05-01 |
|----------------------------|----------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 13 min 33 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 153 min 15 s |

Fuente3: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N° 59, N° 60 y N° 61 se muestra los registros de lectura de penetración en mm y tiempo en minutos desde el vertido de la pasta al molde tronco cónico hasta su fraguado final.

Tabla 59. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-05-02. Parte A.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|-------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|
| 1 | 0 min | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | |
| 5 | 3 min 30 s | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | |
| 7 | 4 min 30 s | 40 | |
| 8 | 5 min | 40 | |
| 9 | 5 min 30 s | 40 | |
| 10 | 6 min | 40 | |

Tabla 60. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-05-02. Parte B.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|----------------------------|
| 11 | 6 min 30 s | 38 | |
| 12 | 7 min | 36 | |
| 13 | 7 min 30 s | 33 | |
| 14 | 8 min | 29 | |
| 15 | 8 min 30 s | 29 | |
| 16 | 9 min | 27 | |
| 17 | 9 min 30 s | 25 | Tiempo de fraguado inicial |
| 18 | 10 min | 23 | |
| 19 | 10 min 30 s | 21 | |
| 20 | 11 min | 21 | |
| 21 | 11 min 30 s | 19 | |
| 22 | 12 min | 18 | |
| 23 | 12 min 30 s | 15 | |
| 24 | 13 min | 12 | |
| 25 | 14 min | 10 | |
| 26 | 15 min | 8 | |
| 27 | 16 min | 7 | |
| 28 | 17 min | 7 | |
| 29 | 18 min | 7 | |
| 30 | 19 min | 7 | |
| 31 | 20 min | 7 | |
| 32 | 21 min | 6 | |
| 33 | 22 min | 6 | |

Tabla 61. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-05-02. Parte C.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-----------------------------|
| 34 | 23 min | 6 | |
| 35 | 24 min | 6 | |
| 36 | 25 min | 5 | |
| 37 | 26 min | 5 | |
| 38 | 27 min | 4 | |
| 39 | 28 min | 4 | |
| 40 | 29 min | 4 | |
| 41 | 30 min | 3 | |
| 42 | 35 min | 3 | |
| 43 | 40 min | 3 | |
| 44 | 45 min | 3 | |
| 45 | 50 min | 3 | |
| 46 | 55 min | 3 | |
| 47 | 60 min | 3 | |
| 48 | 75 min | 2 | |
| 49 | 90 min | 2 | |
| 50 | 120 min | 2 | |
| 51 | 150 min | 1 | |
| 52 | 180 min | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |

Fuente 4: Elaboración Propia.

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial, se observa que la penetración de 25 mm se encuentra en la lectura de N° 17 que corresponde a 9 minutos con 30 segundos.

Entonces considerando el tiempo de amasado de tres minutos con 15 segundos. Se obtuvo el tiempo de fraguado inicial de 12 minutos con 45 segundos.

El tiempo de fraguado final se obtuvo de la suma del tiempo de la lectura N°52 más el tiempo de amasado, que es 183 minutos con 15 segundos.

Tabla 62. Tiempo de fraguado inicial y final de V-05-02.

| RESULTADOS | V-05-02 |
|----------------------------|----------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 12 min 45 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 183 min 15 s |

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N° 63, N° 64 y N° 65 se muestra los registros de lectura de penetración en mm y tiempo en minutos desde el vertido de la pasta al molde tronco cónico hasta su fraguado final.

Tabla 63. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-05-03. Parte A.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|-------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|
| 1 | 0 min | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | |
| 5 | 3 min 30 s | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | |
| 7 | 4 min 30 s | 40 | |
| 8 | 5 min | 40 | |
| 9 | 5 min 30 s | 40 | |
| 10 | 6 min | 40 | |
| 11 | 6 min 30 s | 38 | |
| 12 | 7 min | 34 | |

Tabla 64. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-05-03. Parte B.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-------------------------------|
| 13 | 7 min 30 s | 33 | |
| 14 | 8 min | 29 | |
| 15 | 8 min 30 s | 28 | |
| 16 | 9 min | 28 | |
| 17 | 9 min 30 s | 27 | Datos de Valor a Interpolar 1 |
| 18 | 10 min | 23 | Datos de Valor a Interpolar 2 |
| 19 | 10 min 30 s | 21 | |
| 20 | 11 min | 20 | |
| 21 | 11 min 30 s | 19 | |
| 22 | 12 min | 18 | |
| 23 | 12 min 30 s | 15 | |
| 24 | 13 min | 12 | |
| 25 | 14 min | 10 | |
| 26 | 15 min | 9 | |
| 27 | 16 min | 9 | |
| 28 | 17 min | 9 | |
| 29 | 18 min | 7 | |
| 30 | 19 min | 7 | |
| 31 | 20 min | 7 | |
| 32 | 21 min | 7 | |
| 33 | 22 min | 6 | |
| 34 | 23 min | 6 | |
| 35 | 24 min | 6 | |

Tabla 65. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-05-03. Parte C.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-----------------------------|
| 36 | 25 min | 5 | |
| 37 | 26 min | 5 | |
| 38 | 27 min | 4 | |
| 39 | 28 min | 4 | |
| 40 | 29 min | 4 | |
| 41 | 30 min | 4 | |
| 42 | 35 min | 3 | |
| 43 | 40 min | 3 | |
| 44 | 45 min | 3 | |
| 45 | 50 min | 3 | |
| 46 | 55 min | 3 | |
| 47 | 60 min | 3 | |
| 48 | 75 min | 2 | |
| 49 | 90 min | 2 | |
| 50 | 120 min | 1 | |
| 51 | 150min | 0 | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |

Fuente: Elaboración Propia.

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial, se observa que la penetración de 25 mm se encuentra en la lectura de N°17= 9 min 30 s y N°18= 10 min, que corresponde a una interpolación de 9 minutos con 48 segundos.

Entonces considerando el tiempo de amasado de tres minutos con 15 segundos. Se obtuvo el tiempo de fraguado inicial de 13 minutos con tres segundos.

El tiempo de fraguado final se obtuvo de la suma del tiempo de la lectura N°51 más el tiempo de amasado, que es 153 minutos con 15 segundos.

Tabla 66. Tiempo de fraguado inicial y final de V-05-03.

| RESULTADOS | V-05-03 |
|----------------------------|--------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 13 min 3 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 153 min 15 s |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N°67 se muestra el resumen de los resultados obtenidos para esta proporción 60% yeso - 40% cemento, del tiempo de fraguado inicial y final.

Tabla 67. Resumen de tiempo de fraguado inicial y final de V-05.

| RESULTADOS | V-05-01 | V-05-02 | V-05-03 | PROMEDIO |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 13 min 33 s | 12 min 45 s | 13 min 3 s | 13 min 7 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 153 min 15 s | 183 min 15 s | 153 min 15 s | 163 min 15 s |

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2.6 Resultados obtenidos de la proporción 50% yeso - 50% cemento.

En la tabla N°68 se muestra las cantidades de los insumos utilizados para el ensayo del aparato de aguja de Vicat para proporción 50% yeso - 50% cemento.

Tabla 68. Cantidad de insumos para el ensayo V-06.

| PROPORCION N° V-06-01 | CANTIDAD AGUA | CANTIDAD DE YESO | CANTIDAD DE CEMENTO | RELACION AGUA / (YESO - CEMENTO) |
|-----------------------|---------------|------------------|---------------------|----------------------------------|
| PESO (g) | 166,75 | 125,00 | 125,00 | 0,667 |
| PESO (%) | | 50% | 50% | |

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla N° 69, N° 70 y N° 71 se muestra los registros de lectura de penetración en mm y tiempo en minutos desde el vertido de la pasta al molde tronco cónico hasta su fraguado final.

Tabla 69. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-06-01. Parte A.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 0 min | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | |
| 5 | 3 min 30 s | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | |
| 7 | 4 min 30 s | 40 | |
| 8 | 5 min | 40 | |
| 9 | 5 min 30 s | 40 | |
| 10 | 6 min | 40 | |
| 11 | 6 min 30 s | 40 | |
| 12 | 7 min | 40 | |
| 13 | 7 min 30 s | 38 | |
| 14 | 8 min | 38 | |
| 15 | 8 min 30 s | 35 | |
| 16 | 9 min | 34 | |
| 17 | 9 min 30 s | 32 | |
| 18 | 10 min | 32 | |
| 19 | 10 min 30 s | 31 | |
| 20 | 11 min | 30 | |
| 21 | 11 min 30 s | 28 | |
| 22 | 12 min | 26 | Datos de Valor a Interpolar 1 |
| 23 | 12 min 30 s | 23 | Datos de Valor a Interpolar 2 |

Tabla 70. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-06-01. Parte B.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-------------|
| 24 | 13 min | 20 | |
| 25 | 14 min | 20 | |
| 26 | 15 min | 20 | |
| 27 | 16 min | 18 | |
| 28 | 17 min | 18 | |
| 29 | 18 min | 17 | |
| 30 | 19 min | 14 | |
| 31 | 20 min | 14 | |
| 32 | 21 min | 13 | |
| 33 | 22 min | 12 | |
| 34 | 23 min | 12 | |
| 35 | 24 min | 12 | |
| 36 | 25 min | 11 | |
| 37 | 26 min | 11 | |
| 38 | 27 min | 11 | |
| 39 | 28 min | 10 | |
| 40 | 29 min | 10 | |
| 41 | 30 min | 9 | |
| 42 | 35 min | 9 | |
| 43 | 40 min | 8 | |
| 44 | 45 min | 8 | |
| 45 | 50 min | 7 | |

Tabla 71. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-06-01. Parte C.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-----------------------------|
| 39 | 28 min | 10 | |
| 40 | 29 min | 10 | |
| 41 | 30 min | 9 | |
| 42 | 35 min | 9 | |
| 43 | 40 min | 8 | |
| 44 | 45 min | 8 | |
| 45 | 50 min | 7 | |
| 46 | 55 min | 7 | |
| 47 | 60 min | 5 | |
| 48 | 75 min | 5 | |
| 49 | 90 min | 4 | |
| 50 | 120 min | 3 | |
| 51 | 150 min | 2 | |
| 52 | 180 min | 1 | |
| 53 | 210 min | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |

Fuente: Elaboración Propia.

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial, se observa que la penetración de 25mm se encuentra entre las lecturas de N° 22= 12 min Y N°23= 12 min 30 s, y corresponde a una interpolación de 12 minutos con 12 segundos.

Entonces considerando el tiempo de amasado de tres minutos con 15 segundos. Se obtuvo el tiempo de fraguado inicial de 15 minutos con 27 segundos.

El tiempo de fraguado final se obtuvo de la suma del tiempo de la lectura N°53 más el tiempo de amasado, que es 213 minutos con 15 segundos.

Tabla 72. Tiempo de fraguado inicial y final de V-06-01

| RESULTADOS | V-06-01 |
|----------------------------|----------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 15 min 27 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 213 min 15 s |

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N° 73, N° 74 y N° 75 se muestra los registros de lectura de penetración en mm y tiempo en minutos desde el vertido de la pasta al molde tronco cónico hasta su fraguado final.

Tabla 73. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-06-02. Parte A.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|-------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|
| 1 | 0 min | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | |
| 5 | 3 min 30 s | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | |
| 7 | 4 min 30 s | 40 | |
| 8 | 5 min | 40 | |
| 9 | 5 min 30 s | 40 | |
| 10 | 6 min | 40 | |
| 11 | 6 min 30 s | 40 | |
| 12 | 7 min | 40 | |
| 13 | 7 min 30 s | 39 | |
| 14 | 8 min | 38 | |
| 15 | 8 min 30 s | 34 | |
| 16 | 9 min | 34 | |

Tabla 74. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-06-02. Parte B.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|----------------------------|
| 17 | 9 min 30 s | 32 | |
| 18 | 10 min | 30 | |
| 19 | 10 min 30 s | 30 | |
| 20 | 11 min | 29 | |
| 21 | 11 min 30 s | 26 | |
| 22 | 12 min | 26 | |
| 23 | 12 min 30 s | 25 | Tiempo de fraguado inicial |
| 24 | 13 min | 23 | |
| 25 | 14 min | 23 | |
| 26 | 15 min | 21 | |
| 27 | 16 min | 19 | |
| 28 | 17 min | 18 | |
| 29 | 18 min | 16 | |
| 30 | 19 min | 14 | |
| 31 | 20 min | 13 | |
| 32 | 21 min | 13 | |
| 33 | 22 min | 12 | |
| 34 | 23 min | 12 | |
| 35 | 24 min | 11 | |
| 36 | 25 min | 11 | |
| 37 | 26 min | 10 | |
| 38 | 27 min | 10 | |
| 39 | 28 min | 10 | |

Tabla 75. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-06-02. Parte C.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-----------------------------|
| 40 | 29 min | 10 | |
| 41 | 30 min | 9 | |
| 42 | 35 min | 9 | |
| 43 | 40 min | 8 | |
| 44 | 45 min | 8 | |
| 45 | 50 min | 8 | |
| 46 | 55 min | 7 | |
| 47 | 60 min | 6 | |
| 48 | 75 min | 5 | |
| 49 | 90 min | 2 | |
| 50 | 120 min | 2 | |
| 51 | 150 min | 2 | |
| 52 | 180 min | 2 | |
| 53 | 210 min | 1 | |
| 54 | 240 min | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |

Fuente: Elaboración Propia.

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial, se observa que la penetración de 25 mm se encuentra en la lectura de N° 23 que corresponde a 12 minutos con 30 segundos. Entonces considerando el tiempo de amasado de tres minutos con 15 segundos se obtuvo el tiempo de fraguado inicial de 15 minutos con 45 segundos.

El tiempo de fraguado final se obtuvo de la suma del tiempo de la lectura N°54 más el tiempo de amasado, que es 243 minutos con 15 segundos.

Tabla 76. Tiempo de fraguado inicial y final de V-06-02.

| RESULTADOS | V-06-02 |
|----------------------------|--------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 15 min 45 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 243 min 15 s |

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N° 77, N° 78 y N° 79 se muestra los registros de lectura de penetración en mm y tiempo en minutos desde el vertido de la pasta al molde tronco cónico hasta su fraguado final.

Tabla 77. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-06-03. Parte A.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|-------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1 | 0 min | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | |
| 5 | 3 min 30 s | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | |
| 7 | 4 min 30 s | 40 | |
| 8 | 5 min | 40 | |
| 9 | 5 min 30 s | 40 | |
| 10 | 6 min | 40 | |
| 11 | 6 min 30 s | 40 | |
| 12 | 7 min | 40 | |
| 13 | 7 min 30 s | 40 | |
| 14 | 8 min | 37 | |
| 15 | 8 min 30 s | 33 | |
| 16 | 9 min | 34 | |
| 17 | 9 min 30 s | 31 | |
| 18 | 10 min | 30 | |
| 19 | 10 min 30 s | 29 | |
| 20 | 11 min | 29 | |
| 21 | 11 min 30 s | 26 | Datos de Valor a Interpolar 1 |
| 22 | 12 min | 21 | Datos de Valor a Interpolar 2 |

Tabla 78. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-06-03. Parte B.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-------------|
| 23 | 12 min 30 s | 21 | |
| 24 | 13 min | 21 | |
| 25 | 14 min | 20 | |
| 26 | 15 min | 20 | |
| 27 | 16 min | 19 | |
| 28 | 17 min | 17 | |
| 29 | 18 min | 16 | |
| 30 | 19 min | 13 | |
| 31 | 20 min | 13 | |
| 32 | 21 min | 13 | |
| 33 | 22 min | 12 | |
| 34 | 23 min | 12 | |
| 35 | 24 min | 11 | |
| 36 | 25 min | 11 | |
| 37 | 26 min | 10 | |
| 38 | 27 min | 10 | |
| 39 | 28 min | 10 | |
| 40 | 29 min | 9 | |
| 41 | 30 min | 9 | |
| 42 | 35 min | 9 | |
| 43 | 40 min | 8 | |
| 44 | 45 min | 8 | |
| 45 | 50 min | 7 | |
| 46 | 55 min | 7 | |

Tabla 79. Registro de pares de lectura tiempo - penetración, proporción V-06-03. Parte C.

| LECTURA N° | TIEMPO (min) | PENETRACION (mm) | OBSERVACION |
|------------|--------------|------------------|-----------------------------|
| 47 | 60 min | 6 | |
| 48 | 75 min | 5 | |
| 49 | 90 min | 2 | |
| 50 | 120 min | 2 | |
| 51 | 150 min | 1 | |
| 52 | 180 min | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |

Fuente: Elaboración Propia.

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial, se observa que la penetración de 25mm se encuentra entre las lecturas de N° 21= 11 min 30 s Y N°22= 12 min, y corresponde a una interpolación de 11 minutos con 36 segundos.

Entonces considerando el tiempo de amasado de tres minutos con 15 segundos. Se obtuvo el tiempo de fraguado inicial de 14 minutos con 51 segundos.

El tiempo de fraguado final se obtuvo de la suma del tiempo de la lectura N°52 más el tiempo de amasado, que es 183 minutos con 15 segundos.

Tabla 80. Tiempo de fraguado de V-06-03

| RESULTADOS | V-06-03 |
|----------------------------|--------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 14 min 51 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 183 min 15 s |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N°81 se tiene el resumen de los resultados obtenidos para esta proporción 50% yeso - 50% cemento, del tiempo de fraguado inicial y final.

Tabla 81. Resumen de tiempo de fraguado inicial y final de V-06.

| RESULTADOS | V-06-01 | V-06-02 | V-06-03 | PROMEDIO |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | 15 min 27 s | 15 min 45 s | 14 min 51 s | 15 min 21 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | 213 min 15 s | 243 min 15 s | 183 min 15 s | 213 min 15 s |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N°82 y N° 83, se presenta el resumen general de los valores obtenidos en el ensayo del aparato de la aguja de Vicat, dichos valores representan para cada proporción de yeso – cemento el tiempo de fraguado inicial y final y su promedio.

Tabla 82. Resumen general de resultados del tiempo de fraguado Inicial para cada espécimen.

| PROPORCION YESO - CEMENTO | CODIGO DE ESPECIMEN | ENSAYO N°1 | ENSAYO N°2 | ENSAYO N°3 | PROMEDIO |
|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| 100% YESO - 0% CEMENTO | V-01 | 9 min 3 s | 10 min 3 s | 9 min 15s | 9 min 27 s |
| 90% YESO - 10% CEMENTO | V-02 | 10 min 57 s | 10 min 21 s | 9 min 33 s | 10 min 17 s |
| 80% YESO - 20% CEMENTO | V-03 | 10 min 3 s | 9 min 21 s | 10 min 15 s | 9 min 53 s |
| 70% YESO - 30% CEMENTO | V-04 | 9 min 57 s | 9 min 57 s | 11 min 45 s | 10 min 33 s |
| 60% YESO - 40% CEMENTO | V-05 | 13 min 33 s | 12 min 45 s | 13 min 3 s | 13 min 7 s |
| 50% YESO - 50% CEMENTO | V-06 | 15 min 27 s | 15 min 45 s | 14 min 51 s | 15 min 21 s |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 83. Resumen general de resultados del tiempo de fraguado Final para cada espécimen.

| PROPORCION YESO - CEMENTO | CODIGO DE ESPECIMEN | ENSAYO N°1 | ENSAYO N°2 | ENSAYO N°3 | PROMEDIO |
|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| 100% YESO - 0% CEMENTO | V-01 | 12 min 45 s | 12 min 45 s | 12 min 45 s | 12 min 45 s |
| 90% YESO - 10% CEMENTO | V-02 | 16 min 45 s | 16 min 45 s | 16 min 15s | 16 min 35 s |
| 80% YESO - 20% CEMENTO | V-03 | 16 min 15 s | 16 min 15 s | 16 min 15 s | 16 min 15 s |
| 70% YESO - 30% CEMENTO | V-04 | 17 min 15 s | 17 min 45 s | 18 min 45 s | 17 min 49 s |
| 60% YESO - 40% CEMENTO | V-05 | 153 min 15 s | 183 min 15 s | 153 min 15 s | 163 min 15 s |
| 50% YESO - 50% CEMENTO | V-06 | 213 min 15 s | 243 min 15 s | 183 min 15 s | 213 min 15 s |

Fuente: Elaboración Propia

5.2.3 Resultados del ensayo de compresión simple de briquetas cúbicas

5.2.3.1 Resultados obtenidos de la proporción 100% yeso - 0% cemento

En la tabla N° 84 se visualiza la cantidad de materiales para la realización de las briquetas cúbicas obtenidas por el método de la fluidez de la pasta en la proporción 100% yeso – 0% cemento, se realizó el vaciado en dos etapas de 9 unidades de briquetas cúbicas.

Tabla 84. Datos de mezcla para el vaciado de briquetas cúbicas L=5cm de C-01.

| PROPORCION C- 01 | CANTIDAD AGUA | CANTIDAD DE YESO | CANTIDAD DE CEMENTO | RELACION AGUA / (YESO - CEMENTO) |
|---------------------|------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------------|
| PESO (g) | 861,00 | 1400,00 | 0,00 | 0,615 |
| PESO (%) | | 100% | 0% | |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N°85 y N°86 se visualiza las lecturas de cada espécimen codificado en las edades estudiadas; así mismo se realizó el control de las fechas de ensayo de compresión, en donde se registró la fuerza aplicada en cada espécimen en un área de 25cm^2

Tabla 85. Resultados de ensayo a compresión simple briquetas cúbicas C-01 en laboratorio, Parte A.

| LECTURA N° | BRIQUETAS CÚBICAS | EDAD (Días) | FECHA DE ENSAYO | Fuerza (kgf) | LADO (5 cm) | Área (cm^2) | RESISTENCIA ($f = \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$) |
|---------------|----------------------|----------------|--------------------|--------------|----------------|---------------------------|---|
| 1 | C-01-01 | 1 | 08/08/2023 | 540,00 | 5,00 | 25,00 | 21,60 |
| 2 | C-01-01 | 1 | 08/08/2023 | 550,00 | 5,00 | 25,00 | 22,00 |
| 3 | C-01-01 | 1 | 08/08/2023 | 610,00 | 5,00 | 25,00 | 24,40 |
| 4 | C-01-02 | 2 | 09/08/2023 | 650,00 | 5,00 | 25,00 | 26,00 |
| 5 | C-01-02 | 2 | 09/08/2023 | 850,00 | 5,00 | 25,00 | 34,00 |
| 6 | C-01-02 | 2 | 09/08/2023 | 690,00 | 5,00 | 25,00 | 27,60 |
| 7 | C-01-03 | 4 | 11/08/2023 | 700,00 | 5,00 | 25,00 | 28,00 |
| 8 | C-01-03 | 4 | 11/08/2023 | 750,00 | 5,00 | 25,00 | 30,00 |
| 9 | C-01-03 | 4 | 11/08/2023 | 730,00 | 5,00 | 25,00 | 29,20 |
| 10 | C-01-04 | 8 | 15/08/2023 | 1530,00 | 5,00 | 25,00 | 61,20 |
| 11 | C-01-04 | 8 | 15/08/2023 | 1550,00 | 5,00 | 25,00 | 62,00 |

Tabla 86. Resultados de ensayo a compresión briquetas cúbicas C-01 en laboratorio, Parte B.

| LECTURA N° | BRIQUETAS CÚBICAS | EDAD (Días) | FECHA DE ENSAYO | Fuerza (kgf) | LADO (5 cm) | Área (cm ²) | RESISTENCIA (f= $\frac{kgf}{cm^2}$) |
|------------|-------------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 12 | C-01-04 | 8 | 15/08/2023 | 1650,00 | 5,00 | 25,00 | 66,00 |
| 13 | C-01-05 | 16 | 23/08/2023 | 1590,00 | 5,00 | 25,00 | 63,60 |
| 14 | C-01-05 | 16 | 23/08/2023 | 1690,00 | 5,00 | 25,00 | 67,60 |
| 15 | C-01-05 | 16 | 23/08/2023 | 1770,00 | 5,00 | 25,00 | 70,80 |
| 16 | C-01-06 | 28 | 04/09/2023 | 1810,00 | 5,00 | 25,00 | 72,40 |
| 17 | C-01-06 | 28 | 04/09/2023 | 1570,00 | 5,00 | 25,00 | 62,80 |
| 18 | C-01-06 | 28 | 04/09/2023 | 1840,00 | 5,00 | 25,00 | 73,60 |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 87 se muestra el conjunto de datos aceptables de acuerdo al rango permisible establecido en la Norma Técnica Peruana [NTP].334.051,2022.

Tabla 87. Resumen de Resultados de compresión simple C-01.

| PROPORCION 100% YESO: 0% CEMENTO | | |
|----------------------------------|-------------|---|
| ESPECIMENES | EDAD (días) | RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²) |
| C-01-01 | 1 | 22,67 |
| C-01-02 | 2 | 26,80 |
| C-01-03 | 4 | 29,07 |
| C-01-04 | 8 | 63,07 |
| C-01-05 | 16 | 67,33 |
| C-01-06 | 28 | 73,00 |

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.3.2 Resultados obtenidos de la proporción 90% yeso - 10% cemento

En la tabla N° 88, se visualiza la cantidad de materiales para la realización de las briquetas cúbicas obtenidas por el método de la fluidez de la pasta en la proporción 90% yeso – 10% cemento, se realizó el vaciado en dos etapas de 9 unidades de briquetas cúbicas.

Tabla 88. Datos de mezcla para el vaciado de briquetas cúbicas L=5cm de C-02.

| PROPORCION C- 02 | CANTIDAD AGUA | CANTIDAD DE YESO | CANTIDAD DE CEMENTO | RELACION AGUA / (YESO - CEMENTO) |
|---------------------|------------------|---------------------|------------------------|--|
| PESO (g) | 875,00 | 1260,00 | 140,00 | 0,625 |
| PESO (%) | | 90% | 10% | |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 89 y N°90 se presenta las lecturas de cada espécimen codificado en las edades estudiadas; así mismo se realizó el control de las fechas de ensayo de compresión, en donde se registró la fuerza aplicada en cada espécimen en un área de 25 cm^2 .

Tabla 89. Resultados de ensayo a compresión simple briquetas cúbicas C-02, Parte A.

| LECTURA N° | BRIQUETAS CÚBICAS | EDAD (Días) | FECHA DE ENSAYO | Fuerza (kgf) | LADO (5 cm) | Área (cm^2) | RESISTENCIA ($f = \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$) |
|---------------|----------------------|----------------|--------------------|--------------|----------------|---------------------------|---|
| 1 | C-02-01 | 1 | 08/08/2023 | 870,00 | 5,00 | 25,00 | 34,80 |
| 2 | C-02-01 | 1 | 08/08/2023 | 800,00 | 5,00 | 25,00 | 32,00 |
| 3 | C-02-01 | 1 | 08/08/2023 | 810,00 | 5,00 | 25,00 | 32,40 |
| 4 | C-02-02 | 2 | 09/08/2023 | 1340,00 | 5,00 | 25,00 | 53,60 |
| 5 | C-02-02 | 2 | 09/08/2023 | 780,00 | 5,00 | 25,00 | 31,20 |
| 6 | C-02-02 | 2 | 09/08/2023 | 930,00 | 5,00 | 25,00 | 37,20 |
| 7 | C-02-03 | 4 | 11/08/2023 | 1090,00 | 5,00 | 25,00 | 43,60 |
| 8 | C-02-03 | 4 | 11/08/2023 | 1080,00 | 5,00 | 25,00 | 43,20 |
| 9 | C-02-03 | 4 | 11/08/2023 | 1010,00 | 5,00 | 25,00 | 40,40 |
| 10 | C-02-04 | 8 | 15/08/2023 | 1580,00 | 5,00 | 25,00 | 63,20 |
| 11 | C-02-04 | 8 | 15/08/2023 | 1450,00 | 5,00 | 25,00 | 58,00 |
| 12 | C-02-04 | 8 | 15/08/2023 | 1590,00 | 5,00 | 25,00 | 63,60 |
| 13 | C-02-05 | 16 | 23/08/2023 | 1910,00 | 5,00 | 25,00 | 76,40 |
| 14 | C-02-05 | 16 | 23/08/2023 | 1630,00 | 5,00 | 25,00 | 65,20 |
| 15 | C-02-05 | 16 | 23/08/2023 | 1570,00 | 5,00 | 25,00 | 62,80 |

Tabla 90. Resultados de ensayo a compresión simple briquetas cúbicas C-02, Parte B.

| LECTURA N° | BRIQUETAS CÚBICAS | EDAD (Días) | FECHA DE ENSAYO | Fuerza (kgf) | LADO (5 cm) | Área (cm ²) | RESISTENCIA (f= $\frac{kgf}{cm^2}$) |
|------------|-------------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 16 | C-02-06 | 28 | 04/09/2023 | 2060,00 | 5,00 | 25,00 | 82,40 |
| 17 | C-02-06 | 28 | 04/09/2023 | 1780,00 | 5,00 | 25,00 | 71,20 |
| 18 | C-02-06 | 28 | 04/09/2023 | 1880,00 | 5,00 | 25,00 | 75,20 |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 91 se muestra el conjunto de datos aceptables de acuerdo al rango permisible establecido en la Norma Técnica Peruana [NTP].334.051,2022.

Tabla 91. Resumen de Resultados de compresión simple C-02.

| PROPORCION 90% YESO: 10% CEMENTO | | |
|----------------------------------|-------------|---|
| ESPECIMENES | EDAD (días) | RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²) |
| C-02-01 | 1 | 33,07 |
| C-02-02 | 2 | 34,20 |
| C-02-03 | 4 | 42,40 |
| C-02-04 | 8 | 61,60 |
| C-02-05 | 16 | 64,00 |
| C-02-06 | 28 | 76,27 |

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.3.3 Resultados obtenidos de la proporción 80% yeso - 20% cemento

En la tabla N° 92, se muestra la cantidad de materiales para la realización de las briquetas cúbicas obtenidas por el método de la fluidez de la pasta en la proporción 80% yeso – 20% cemento, se realizó el vaciado en dos etapas de 9 unidades de briquetas cúbicas.

Tabla 92. Datos de mezcla para el vaciado de briquetas cúbicas L=5cm de C-03.

| PROPORCION C-03 | CANTIDAD AGUA | CANTIDAD DE YESO | CANTIDAD DE CEMENTO | RELACION AGUA / (YESO-CEMENTO) |
|-----------------|---------------|------------------|---------------------|--------------------------------|
| PESO (g) | 886,20 | 1120,00 | 280,00 | 0,633 |
| PESO (%) | | 80% | 20% | |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 93, se presenta las lecturas de cada espécimen codificado en las edades estudiadas; así mismo se realizó el control de las fechas de ensayo de compresión, en donde se registró la fuerza aplicada en cada espécimen en un área de 25 cm².

Tabla 93. Resultados de ensayo a compresión simple briquetas cúbicas C-03.

| LECTURA N° | BRIQUETAS CÚBICAS | EDAD (Días) | FECHA DE ENSAYO | Fuerza (kgf) | LADO (5 cm) | Área (cm ²) | RESISTENCIA (f= $\frac{kgf}{cm^2}$) |
|------------|-------------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 1 | C-03-01 | 1 | 15/08/2023 | 420,00 | 5,00 | 25,00 | 16,80 |
| 2 | C-03-01 | 1 | 15/08/2023 | 460,00 | 5,00 | 25,00 | 18,40 |
| 3 | C-03-01 | 1 | 15/08/2023 | 450,00 | 5,00 | 25,00 | 18,00 |
| 4 | C-03-02 | 2 | 16/08/2023 | 480,00 | 5,00 | 25,00 | 19,20 |
| 5 | C-03-02 | 2 | 16/08/2023 | 580,00 | 5,00 | 25,00 | 23,20 |
| 6 | C-03-02 | 2 | 16/08/2023 | 580,00 | 5,00 | 25,00 | 23,20 |
| 7 | C-03-03 | 4 | 18/08/2023 | 1130,00 | 5,00 | 25,00 | 45,20 |
| 8 | C-03-03 | 4 | 18/08/2023 | 1120,00 | 5,00 | 25,00 | 44,80 |
| 9 | C-03-03 | 4 | 18/08/2023 | 1140,00 | 5,00 | 25,00 | 45,60 |
| 10 | C-03-04 | 8 | 22/08/2023 | 1135,00 | 5,00 | 25,00 | 45,40 |
| 11 | C-03-04 | 8 | 22/08/2023 | 1120,00 | 5,00 | 25,00 | 44,80 |
| 12 | C-03-04 | 8 | 22/08/2023 | 1150,00 | 5,00 | 25,00 | 46,00 |
| 13 | C-03-05 | 16 | 30/08/2023 | 1240,00 | 5,00 | 25,00 | 49,60 |
| 14 | C-03-05 | 16 | 30/08/2023 | 1210,00 | 5,00 | 25,00 | 48,40 |
| 15 | C-03-05 | 16 | 30/08/2023 | 1270,00 | 5,00 | 25,00 | 50,80 |
| 16 | C-03-06 | 28 | 11/09/2023 | 2150,00 | 5,00 | 25,00 | 86,00 |
| 17 | C-03-06 | 28 | 11/09/2023 | 2180,00 | 5,00 | 25,00 | 87,20 |
| 18 | C-03-06 | 28 | 11/09/2023 | 2120,00 | 5,00 | 25,00 | 84,80 |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 94 se presenta el conjunto de datos aceptables de acuerdo al rango permisible establecido en la Norma Técnica Peruana [NTP].334.051,2022.

Tabla 94. Resumen de Resultados de compresión simple C-03.

| PROPORCION 80% YESO: 20% CEMENTO | | |
|----------------------------------|-------------|--|
| ESPECIMENES | EDAD (días) | RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²) |
| C-03-01 | 1 | 17,73 |
| C-03-02 | 2 | 23,20 |
| C-03-03 | 4 | 45,20 |
| C-03-04 | 8 | 45,40 |
| C-03-05 | 16 | 49,60 |
| C-03-06 | 28 | 86,00 |

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.3.4 Resultados obtenidos de la proporción 70% yeso - 30% cemento

En la tabla N° 95, se presenta la cantidad de materiales para la realización de las briquetas cúbicas obtenidas por el método de la fluidez de la pasta en la proporción 70% yeso – 30% cemento, se realizó el vaciado en dos etapas de 9 unidades de briquetas cúbicas.

Tabla 95. Datos de mezcla para el vaciado de briquetas cúbicas L=5cm de C-04.

| PROPORCION C-04 | CANTIDAD AGUA | CANTIDAD DE YESO | CANTIDAD DE CEMENTO | RELACION AGUA / (YESO - CEMENTO) |
|--------------------|------------------|---------------------|------------------------|--|
| PESO (g) | 897,40 | 980,00 | 420,00 | 0,641 |
| PESO (%) | | 70% | 30% | |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 96 y N° 97, se presenta las lecturas de cada espécimen codificado en las edades estudiadas; así mismo se realizó el control de las fechas de ensayo de compresión, en donde se registró la fuerza aplicada en cada espécimen en un área de 25cm².

Tabla 96. Resultados de ensayo a compresión simple briquetas cúbicas C-04, Parte A.

| LECTURA N° | BRIQUETAS CÚBICAS | EDAD (Días) | FECHA DE ENSAYO | Fuerza (kgf) | LADO (5 cm) | Área (cm ²) | RESISTENCIA (f= $\frac{kgf}{cm^2}$) |
|---------------|----------------------|----------------|--------------------|--------------|----------------|----------------------------|---|
| 1 | C-04-01 | 1 | 15/08/2023 | 310,00 | 5,00 | 25,00 | 12,40 |
| 2 | C-04-01 | 1 | 15/08/2023 | 360,00 | 5,00 | 25,00 | 14,40 |
| 3 | C-04-01 | 1 | 15/08/2023 | 370,00 | 5,00 | 25,00 | 14,80 |
| 4 | C-04-02 | 2 | 16/08/2023 | 390,00 | 5,00 | 25,00 | 15,60 |
| 5 | C-04-02 | 2 | 16/08/2023 | 460,00 | 5,00 | 25,00 | 18,40 |

Tabla 97. Resultados de ensayo a compresión simple briquetas cúbicas C-04, Parte B.

| LECTURA N° | BRIQUETAS CÚBICAS | EDAD (Días) | FECHA DE ENSAYO | Fuerza (kgf) | LADO (5 cm) | Área (cm ²) | RESISTENCIA (f= $\frac{kgf}{cm^2}$) |
|------------|-------------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 6 | C-04-02 | 2 | 16/08/2023 | 450,00 | 5,00 | 25,00 | 18,00 |
| 7 | C-04-03 | 4 | 18/08/2023 | 710,00 | 5,00 | 25,00 | 28,40 |
| 8 | C-04-03 | 4 | 18/08/2023 | 640,00 | 5,00 | 25,00 | 25,60 |
| 9 | C-04-03 | 4 | 18/08/2023 | 540,00 | 5,00 | 25,00 | 21,60 |
| 10 | C-04-04 | 8 | 22/08/2023 | 1290,00 | 5,00 | 25,00 | 51,60 |
| 11 | C-04-04 | 8 | 22/08/2023 | 1020,00 | 5,00 | 25,00 | 40,80 |
| 12 | C-04-04 | 8 | 22/08/2023 | 1040,00 | 5,00 | 25,00 | 41,60 |
| 13 | C-04-05 | 16 | 30/08/2023 | 1130,00 | 5,00 | 25,00 | 45,20 |
| 14 | C-04-05 | 16 | 30/08/2023 | 1210,00 | 5,00 | 25,00 | 48,40 |
| 15 | C-04-05 | 16 | 30/08/2023 | 1180,00 | 5,00 | 25,00 | 47,20 |
| 16 | C-04-06 | 28 | 11/09/2023 | 1300,00 | 5,00 | 25,00 | 52,00 |
| 17 | C-04-06 | 28 | 11/09/2023 | 1090,00 | 5,00 | 25,00 | 43,60 |
| 18 | C-04-06 | 28 | 11/09/2023 | 1290,00 | 5,00 | 25,00 | 51,60 |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 98 se muestra el conjunto de datos aceptables de acuerdo al rango permisible establecido en la Norma Técnica Peruana [NTP].334.051,2022.

Tabla 98. Resumen de Resultados de compresión simple C-04.

| PROPORCION 70% YESO: 30% CEMENTO | | |
|---|-------------|---|
| ESPECIMENES | EDAD (días) | RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²) |
| C-04-01 | 1 | 14,60 |
| C-04-02 | 2 | 18,20 |
| C-04-03 | 4 | 27,00 |
| C-04-04 | 8 | 41,20 |
| C-04-05 | 16 | 46,93 |
| C-04-06 | 28 | 51,80 |

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.3.5 Resultados obtenidos de la proporción 60%yeso - 40%cemento

En la tabla N° 99, se presenta la cantidad de materiales para la realización de las briquetas cúbicas obtenidas por el método de la fluidez de la pasta en la proporción 60% yeso – 40% cemento, se realizó el vaciado en dos etapas de 9 unidades de briquetas cúbicas.

Tabla 99. Datos de mezcla para el vaciado de briquetas cúbicas L=5cm de C-05.

| PROPORCION C-05 | CANTIDAD AGUA | CANTIDAD DE YESO | CANTIDAD DE CEMENTO | RELACION AGUA / (YESO - CEMENTO) |
|--------------------|------------------|---------------------|------------------------|--|
| PESO (g) | 910,00 | 840,00 | 560,00 | 0,650 |
| PESO (%) | | 60% | 40% | |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 100 y N° 101, se visualiza las lecturas de cada espécimen codificado en las edades estudiadas; así mismo se realizó el control de las fechas de ensayo de compresión, en donde se registró la fuerza aplicada en cada espécimen en un área de 25cm^2 .

Tabla 100. Resultados de ensayo a compresión simple briquetas cúbicas C-05, Parte A.

| LECTURA N° | BRIQUETAS CÚBICAS | EDAD (Días) | FECHA DE ENSAYO | Fuerza (kgf) | LADO (5 cm) | Área (cm^2) | RESISTENCIA ($f = \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$) |
|---------------|----------------------|----------------|--------------------|--------------|----------------|---------------------------|---|
| 1 | C-05-01 | 1 | 15/08/2023 | 500,00 | 5,00 | 25,00 | 20,00 |
| 2 | C-05-01 | 1 | 15/08/2023 | 430,00 | 5,00 | 25,00 | 17,20 |
| 3 | C-05-01 | 1 | 15/08/2023 | 450,00 | 5,00 | 25,00 | 18,00 |
| 4 | C-05-02 | 2 | 16/08/2023 | 560,00 | 5,00 | 25,00 | 22,40 |
| 5 | C-05-02 | 2 | 16/08/2023 | 550,00 | 5,00 | 25,00 | 22,00 |
| 6 | C-05-02 | 2 | 16/08/2023 | 480,00 | 5,00 | 25,00 | 19,20 |
| 7 | C-05-03 | 4 | 18/08/2023 | 590,00 | 5,00 | 25,00 | 23,60 |
| 8 | C-05-03 | 4 | 18/08/2023 | 580,00 | 5,00 | 25,00 | 23,20 |
| 9 | C-05-03 | 4 | 18/08/2023 | 560,00 | 5,00 | 25,00 | 22,40 |
| 10 | C-05-04 | 8 | 22/08/2023 | 1060,00 | 5,00 | 25,00 | 42,40 |
| 11 | C-05-04 | 8 | 22/08/2023 | 1030,00 | 5,00 | 25,00 | 41,20 |
| 12 | C-05-04 | 8 | 22/08/2023 | 940,00 | 5,00 | 25,00 | 37,60 |

Tabla 101. Resultados de ensayo a compresión simple briquetas cúbicas C-05, Parte B.

| LECTURA N° | BRIQUETAS CÚBICAS | EDAD (Días) | FECHA DE ENSAYO | Fuerza (kgf) | LADO (5 cm) | Área (cm ²) | RESISTENCIA (f= $\frac{kgf}{cm^2}$) |
|------------|-------------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 13 | C-05-05 | 16 | 30/08/2023 | 1100,00 | 5,00 | 25,00 | 44,00 |
| 14 | C-05-05 | 16 | 30/08/2023 | 1090,00 | 5,00 | 25,00 | 43,60 |
| 15 | C-05-05 | 16 | 30/08/2023 | 1060,00 | 5,00 | 25,00 | 42,40 |
| 16 | C-05-06 | 28 | 11/09/2023 | 1150,00 | 5,00 | 25,00 | 46,00 |
| 17 | C-05-06 | 28 | 11/09/2023 | 1120,00 | 5,00 | 25,00 | 44,80 |
| 18 | C-05-06 | 28 | 11/09/2023 | 1270,00 | 5,00 | 25,00 | 50,80 |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 102 se presenta el conjunto de datos aceptables de acuerdo al rango permisible establecido en la Norma Técnica Peruana [NTP].334.051,2022.

Tabla 102. Resumen de Resultados de compresión simple C-05.

| PROPORCION 60% YESO: 40% CEMENTO | | |
|----------------------------------|-------------|---|
| ESPECIMENES | EDAD (días) | RESISTENCIA PROMEDIO ($\frac{kgf}{cm^2}$) |
| C-05-01 | 1 | 18,40 |
| C-05-02 | 2 | 22,20 |
| C-05-03 | 4 | 23,07 |
| C-05-04 | 8 | 40,40 |
| C-05-05 | 16 | 43,33 |
| C-05-06 | 28 | 47,20 |

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.3.6 Resultados obtenidos de la proporción 50% yeso - 50% cemento

En la tabla N° 103, se presenta la cantidad de materiales para la realización de las briquetas cúbicas obtenidas por el método de la fluidez de la pasta en la proporción 50% yeso – 50% cemento, se realizó el vaciado en dos etapas de 9 unidades de briquetas cúbicas.

Tabla 103. Datos de mezcla para el vaciado de briquetas cúbicas L=5 cm de C-06.

| PROPORCION C-06 | CANTIDAD AGUA | CANTIDAD DE YESO | CANTIDAD DE CEMENTO | RELACION AGUA / (YESO - CEMENTO) |
|-----------------|---------------|------------------|---------------------|----------------------------------|
| PESO (g) | 933,80 | 700,00 | 700,00 | 0,667 |
| PESO (%) | | 50% | 50% | |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 104, se visualiza las lecturas de cada espécimen codificado en las edades estudiadas; así mismo se realizó el control de las fechas de ensayo de compresión, en donde se registró la fuerza aplicada en cada espécimen en un área de 25 cm^2 .

Tabla 104. Resultados de ensayo a compresión simple briquetas cúbicas C-06.

| LECTURA N° | BRIQUETAS CÚBICAS | EDAD (DÍAS) | FECHA DE ENSAYO | Fuerza (kgf) | LADO (5 cm) | Área (cm^2) | RESISTENCIA ($f = \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$) |
|------------|-------------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|------------------------|--|
| 1 | C-06-01 | 1 | 15/08/2023 | 170,00 | 5,00 | 25,00 | 6,80 |
| 2 | C-06-01 | 1 | 15/08/2023 | 270,00 | 5,00 | 25,00 | 10,80 |
| 3 | C-06-01 | 1 | 15/08/2023 | 170,00 | 5,00 | 25,00 | 6,80 |
| 4 | C-06-02 | 2 | 16/08/2023 | 260,00 | 5,00 | 25,00 | 10,40 |
| 5 | C-06-02 | 2 | 16/08/2023 | 290,00 | 5,00 | 25,00 | 11,60 |
| 6 | C-06-02 | 2 | 16/08/2023 | 290,00 | 5,00 | 25,00 | 11,60 |
| 7 | C-06-03 | 4 | 18/08/2023 | 510,00 | 5,00 | 25,00 | 20,40 |
| 8 | C-06-03 | 4 | 18/08/2023 | 570,00 | 5,00 | 25,00 | 22,80 |
| 9 | C-06-03 | 4 | 18/08/2023 | 580,00 | 5,00 | 25,00 | 23,20 |
| 10 | C-06-04 | 8 | 22/08/2023 | 1020,00 | 5,00 | 25,00 | 40,80 |
| 11 | C-06-04 | 8 | 22/08/2023 | 910,00 | 5,00 | 25,00 | 36,40 |
| 12 | C-06-04 | 8 | 22/08/2023 | 1010,00 | 5,00 | 25,00 | 40,40 |
| 13 | C-06-05 | 16 | 30/08/2023 | 1070,00 | 5,00 | 25,00 | 42,80 |
| 14 | C-06-05 | 16 | 30/08/2023 | 1030,00 | 5,00 | 25,00 | 41,20 |
| 15 | C-06-05 | 16 | 30/08/2023 | 1020,00 | 5,00 | 25,00 | 40,80 |
| 16 | C-06-06 | 28 | 11/09/2023 | 1240,00 | 5,00 | 25,00 | 49,60 |
| 17 | C-06-06 | 28 | 11/09/2023 | 940,00 | 5,00 | 25,00 | 37,60 |
| 18 | C-06-06 | 28 | 11/09/2023 | 1260,00 | 5,00 | 25,00 | 50,40 |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 105 se muestra el conjunto de datos aceptables de acuerdo al rango permisible establecido en la Norma Técnica Peruana [NTP].334.051,2022.

Tabla 105. Resumen de Resultados de compresión simple C-06.

| PROPORCION 50% YESO: 50% CEMENTO | | |
|---|-------------|--|
| ESPECIMENES | EDAD (días) | RESISTENCIA PROMEDIO ($\frac{kgf}{cm^2}$) |
| C-06-01 | 1 | 6,80 |
| C-06-02 | 2 | 11,20 |
| C-06-03 | 4 | 22,13 |
| C-06-04 | 8 | 39,20 |
| C-06-05 | 16 | 41,60 |
| C-06-06 | 28 | 50,00 |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 106 y N° 107, se presenta el resumen general obtenido de las 6 proporciones estudiadas, en donde se detalla la edad de los especímenes y la resistencia promedio que se obtenido en el laboratorio de la tabla N°85, N°88, N°91, N°94, N°97, N°100.

Tabla 106. Resumen general de resultados de compresión simple. Parte A.

| ESPECIMENES | PROPORCION | RESISTENCIA PROMEDIO ($\frac{kgf}{cm^2}$) |
|-----------------------|-----------------------|---|
| EDAD DE 1 DÍA | | |
| C-01-01 | 100% YESO: 0% CEMENTO | 22,67 |
| C-02-01 | 90% YESO: 10% CEMENTO | 33,07 |
| C-03-01 | 80% YESO: 20% CEMENTO | 17,73 |
| C-04-01 | 70% YESO: 30% CEMENTO | 14,60 |
| C-05-01 | 60% YESO: 40% CEMENTO | 18,40 |
| C-06-01 | 50% YESO: 50% CEMENTO | 6,80 |
| EDAD DE 2 DÍAS | | |
| C-01-02 | 100% YESO: 0% CEMENTO | 26,80 |
| C-02-02 | 90% YESO: 10% CEMENTO | 34,20 |
| C-03-02 | 80% YESO: 20% CEMENTO | 23,20 |
| C-04-02 | 70% YESO: 30% CEMENTO | 18,20 |
| C-05-02 | 60% YESO: 40% CEMENTO | 22,20 |
| C-06-02 | 50% YESO: 50% CEMENTO | 11,20 |
| EDAD DE 4 DÍAS | | |
| C-01-03 | 100% YESO: 0% CEMENTO | 29,07 |
| C-02-03 | 90% YESO: 10% CEMENTO | 42,40 |
| C-03-03 | 80% YESO: 20% CEMENTO | 45,20 |
| C-04-03 | 70% YESO: 30% CEMENTO | 27,00 |
| C-05-03 | 60% YESO: 40% CEMENTO | 23,07 |
| C-06-03 | 100% YESO: 0% CEMENTO | 22,13 |

Tabla 107. Resumen general de resultados de compresión simple. Parte B.

| ESPECIMENES | PROPORCION | RESISTENCIA PROMEDIO ($\frac{kgf}{cm^2}$) |
|------------------------|-----------------------|---|
| EDAD DE 8 DÍAS | | |
| C-01-04 | 100% YESO: 0% CEMENTO | 63,07 |
| C-02-04 | 90% YESO: 10% CEMENTO | 61,60 |
| C-03-04 | 80% YESO: 20% CEMENTO | 45,40 |
| C-04-04 | 70% YESO: 30% CEMENTO | 41,20 |
| C-05-04 | 60% YESO: 40% CEMENTO | 40,40 |
| C-06-04 | 100% YESO: 0% CEMENTO | 39,20 |
| EDAD DE 16 DÍAS | | |
| C-01-05 | 100% YESO: 0% CEMENTO | 67,33 |
| C-02-05 | 90% YESO: 10% CEMENTO | 64,00 |
| C-03-05 | 80% YESO: 20% CEMENTO | 49,60 |
| C-04-05 | 70% YESO: 30% CEMENTO | 46,93 |
| C-05-05 | 60% YESO: 40% CEMENTO | 43,33 |
| C-06-05 | 100% YESO: 0% CEMENTO | 41,60 |
| EDAD DE 28 DÍAS | | |
| C-01-06 | 100% YESO: 0% CEMENTO | 73,00 |
| C-02-06 | 90% YESO: 10% CEMENTO | 76,27 |
| C-03-06 | 80% YESO: 20% CEMENTO | 86,00 |
| C-04-06 | 70% YESO: 30% CEMENTO | 51,80 |
| C-05-06 | 60% YESO: 40% CEMENTO | 47,20 |
| C-06-06 | 100% YESO: 0% CEMENTO | 50,00 |

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO 6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se llevó a cabo el análisis de los resultados obtenidos de varios ensayos relevantes para el estudio. Se examinaron el método de medida de la fluidez de la pasta, el tiempo de fraguado inicial y final utilizando el aparato de Vicat, el ensayo de compresión simple de especímenes, así como el análisis detallado de precios unitarios. Cada uno de estos ensayos proporcionó datos clave que fueron evaluados y discutidos en profundidad en este capítulo, contribuyendo así al entendimiento y la interpretación de los resultados obtenidos en el estudio.

6.1 Análisis de resultados

6.1.1 Análisis de la relación agua / (yeso - cemento)

En la Tabla N° 108 se muestra un resumen detallado de los valores obtenidos en el ensayo titulado "Método de medida de la fluidez de la pasta". Estos valores representan la relación agua/(yeso-cemento) para las seis proporciones diferentes de yeso con cemento utilizadas en el estudio. La tabla ofrece una visión general de cómo varía esta relación. Los datos contenidos en esta tabla son fundamentales para los ensayos posteriores realizados.

Tabla 108. Resultados del ensayo de fluidez de la pasta relación agua/(yeso-cemento).

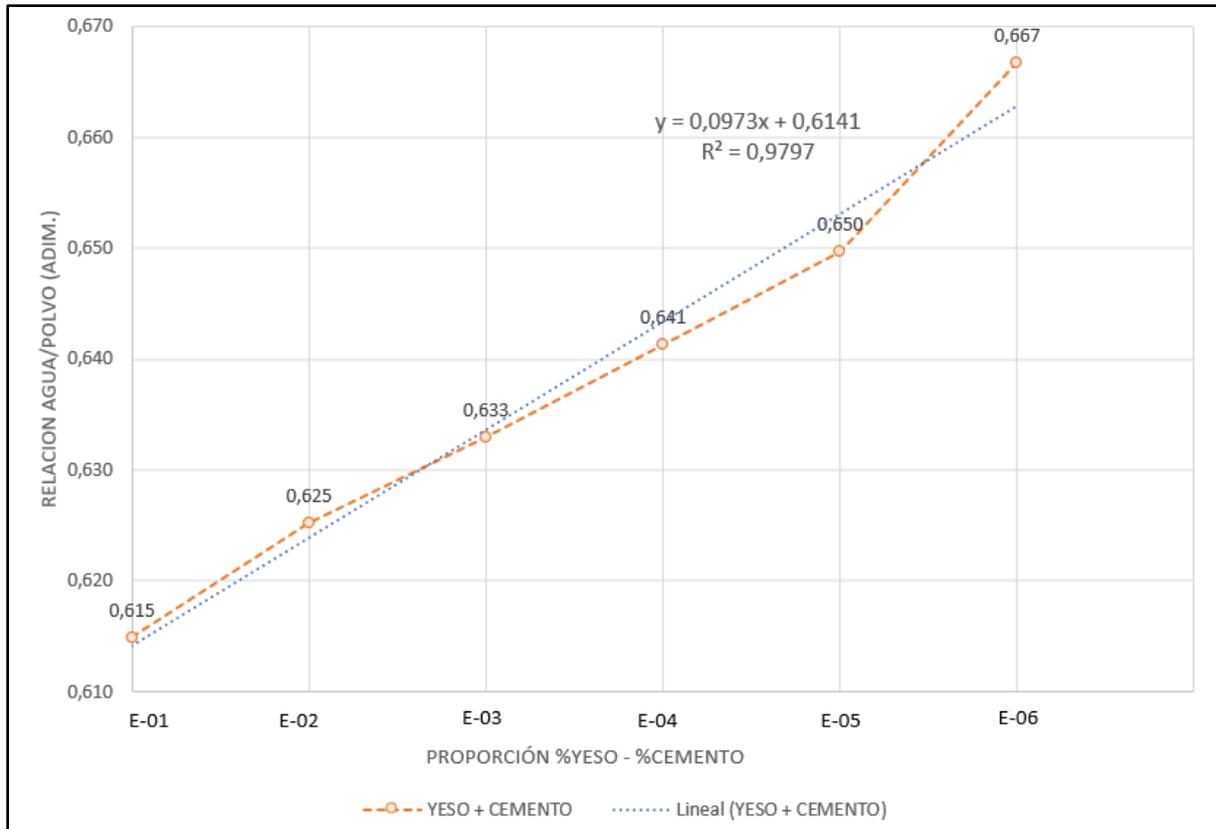
| N° | MUESTRAS CODIFICADAS | PROPORCION YESO - CEMENTO | RELACION AGUA / (YESO - CEMENTO) |
|----|----------------------|---------------------------|----------------------------------|
| 01 | E-01 | 100% YESO - 0% CEMENTO | 0,615 |
| 02 | E-02 | 90% YESO - 10% CEMENTO | 0,625 |
| 03 | E-03 | 80% YESO - 20% CEMENTO | 0,633 |
| 04 | E-04 | 70% YESO - 30% CEMENTO | 0,641 |
| 05 | E-05 | 60% YESO - 40% CEMENTO | 0,650 |
| 06 | E-06 | 50% YESO - 50% CEMENTO | 0,667 |

Fuente: Elaboración Propia.

- ❖ Los valores obtenidos en la relación agua / (yeso - cemento) de los especímenes estudiados (E-01, E-02, E-03, E-04, E-05 y E-06) muestran claramente que la cantidad de agua aumenta de manera proporcional conforme aumenta el porcentaje de cemento en la mezcla. Este hallazgo indica una tendencia consistente en la que, a medida que se incrementa la proporción de cemento en la mezcla, se requiere más agua para mantener la fluidez adecuada de la pasta.

En la figura N°54, se presenta los valores, los cuales han sido graficados para obtener una ecuación. Además, se ha calculado el coeficiente de determinación es $R^2 = 0,9797$ el cual se aproxima a 1,00 esto nos indica que los datos recolectados en los ensayos se ajustan a la ecuación $y = 0,0973x + 0,6141$ la cual representa a la línea ajustada.

Figura 54. Análisis de la relación agua / (yeso - cemento) - (% yeso - % cemento)



Fuente: Elaboración Propia.

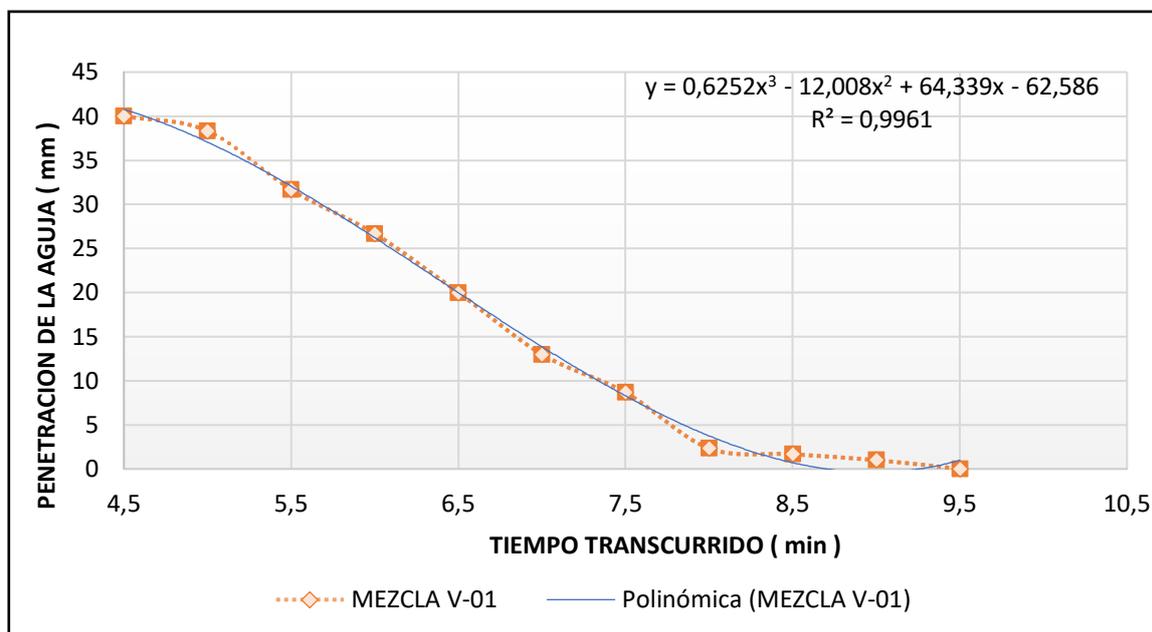
- ❖ En la figura N° 54 se observa la variación lineal de la relación agua / (yeso - cemento) en función de cada proporción. Esta relación indica cómo cambia la cantidad de agua necesaria en relación con la proporción de yeso con cemento. Es notable que, al incrementar la proporción de cemento, se requiere una mayor cantidad de agua para mantener una consistencia adecuada en la mezcla. Esto se refleja en la gráfica donde se puede observar claramente que a medida que aumenta la proporción de cemento, la cantidad de agua también aumenta de manera proporcional.

6.1.2 Análisis de las lecturas obtenidas en el aparato de Vicat para el tiempo de fraguado inicial y final.

En la figura N°55, se presenta los datos obtenidos en laboratorio los cuales han sido graficados para obtener una ecuación polinómica de tercer grado, $y = 0,6252x^3 -$

$12,008x^2 + 64,339x - 62,586$, representa la curva ajustada que mejor se adapta a los datos experimentales. El coeficiente de determinación $R^2 = 0,9961$ el cual se aproxima a 1,00, indica que la línea de regresión se ajusta muy bien a los datos experimentales. Esta curva ajustada permite hacer predicciones y extrapolaciones con mayor confianza dentro del rango de valores analizados, lo cual es esencial para interpretar y aplicar los resultados obtenidos en investigaciones.

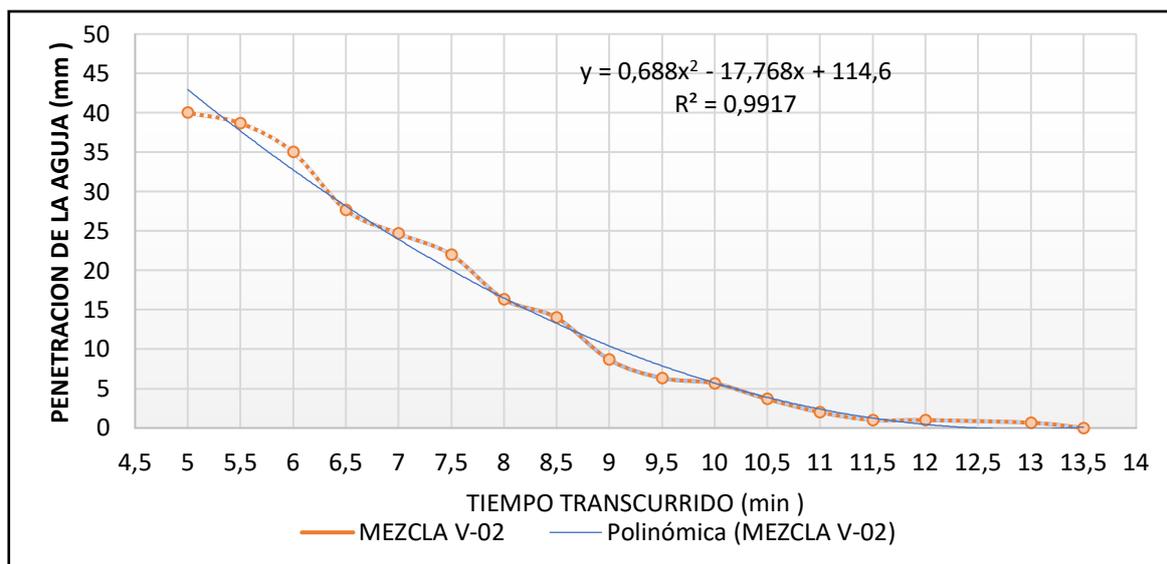
Figura 55. Representación gráfica de la variación de la penetración en mm desde el inicio de las lecturas hasta el tiempo de fraguado final del espécimen V-01



Fuente: Elaboración propia.

En la figura N°56, se presenta los datos obtenidos en laboratorio los cuales han sido graficados para obtener una ecuación polinómica de segundo grado, $y = 0,688x^2 - 17,768x + 114,60$, representa la curva ajustada que mejor se adapta a los datos experimentales. El coeficiente de determinación $R^2 = 0,9917$ el cual se aproxima a 1,00, indica que la línea de regresión se ajusta muy bien a los datos experimentales. Esta curva ajustada permite hacer predicciones y extrapolaciones con mayor confianza dentro del rango de valores analizados, lo cual es esencial para interpretar y aplicar los resultados obtenidos en investigaciones.

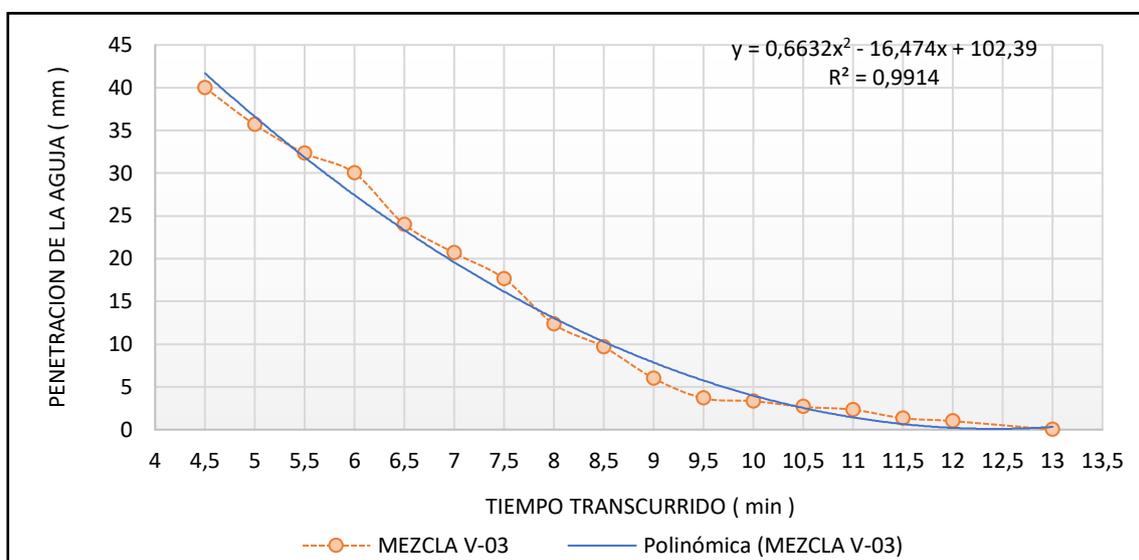
Figura 56. Variación de la penetración en mm desde el inicio de las lecturas hasta el tiempo de fraguado final del espécimen V-02



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N°57, se presenta los datos obtenidos en laboratorio los cuales han sido graficados para obtener una ecuación polinómica de segundo grado, $y = 0,6632x^2 - 16,474x + 102,39$, representa la curva ajustada que mejor se adapta a los datos experimentales. El coeficiente de determinación $R^2 = 0,9914$ el cual se aproxima a 1,00, indica que la línea de regresión se ajusta muy bien a los datos experimentales. Esta curva ajustada permite hacer predicciones y extrapolaciones con mayor confianza dentro del rango de valores analizados, lo cual es esencial para interpretar y aplicar los resultados obtenidos en investigaciones.

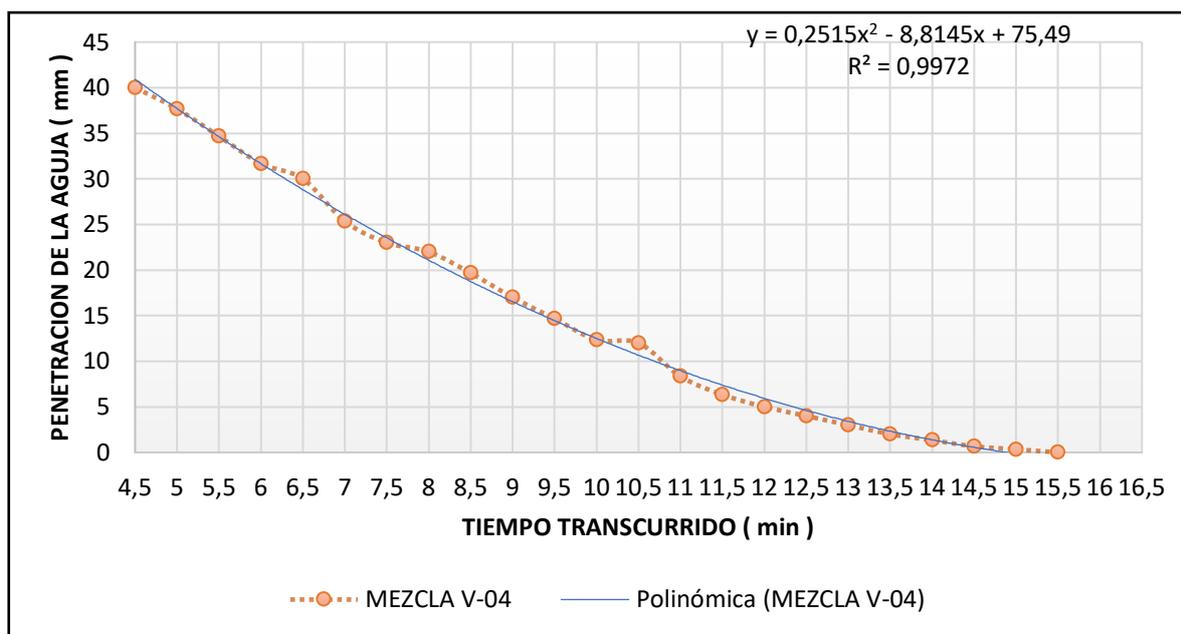
Figura 57. Representación gráfica de la variación de la penetración en mm desde el inicio de las lecturas hasta el tiempo de fraguado final del espécimen V-03.



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N°58, se presenta los datos obtenidos en laboratorio los cuales han sido graficados para obtener una ecuación polinómica de segundo grado, $y = 0,2515x^2 - 8,8145x + 75,49$, representa la curva ajustada que mejor se adapta a los datos experimentales. El coeficiente de determinación $R^2 = 0,9972$ el cual se aproxima a 1,00, indica que la línea de regresión se ajusta muy bien a los datos experimentales. Esta curva ajustada permite hacer predicciones y extrapolaciones con mayor confianza dentro del rango de valores analizados, lo cual es esencial para interpretar y aplicar los resultados obtenidos en investigaciones.

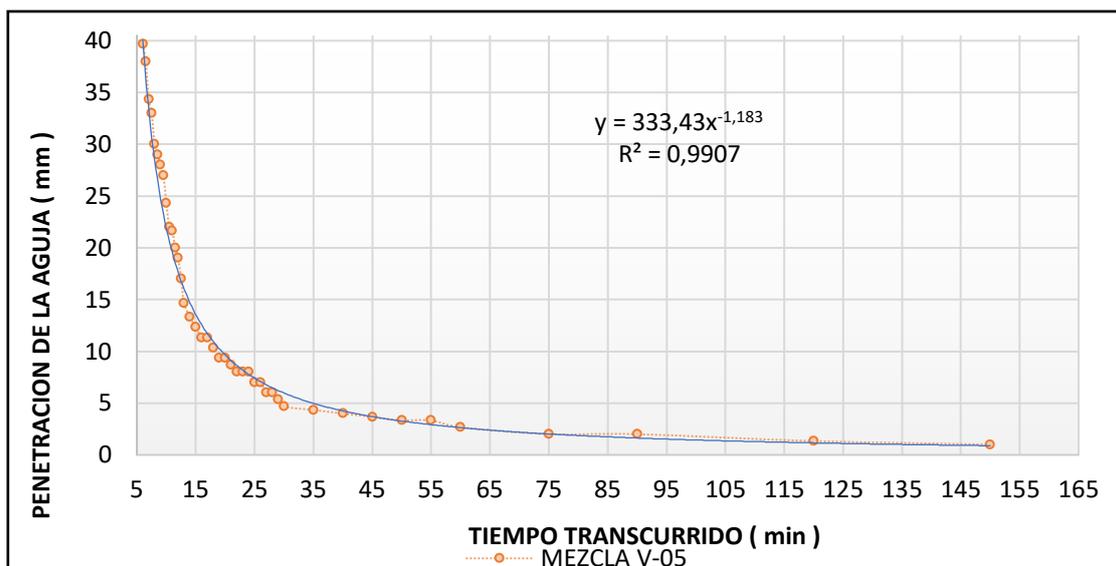
Figura 58. Representación gráfica de la variación de la penetración en mm desde el inicio de las lecturas hasta el tiempo de fraguado final del espécimen V-04.



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N°59, se presenta los datos obtenidos en laboratorio los cuales han sido graficados para obtener una función exponencial $y = 333,43X^{-1,183}$, representa la curva ajustada que mejor se adapta a los datos experimentales. El coeficiente de determinación $R^2 = 0,9907$ el cual se aproxima a 1,00, indica que la línea de regresión se ajusta muy bien a los datos experimentales. Esta curva ajustada permite hacer predicciones y extrapolaciones con mayor confianza dentro del rango de valores analizados, lo cual es esencial para interpretar y aplicar los resultados obtenidos en investigaciones.

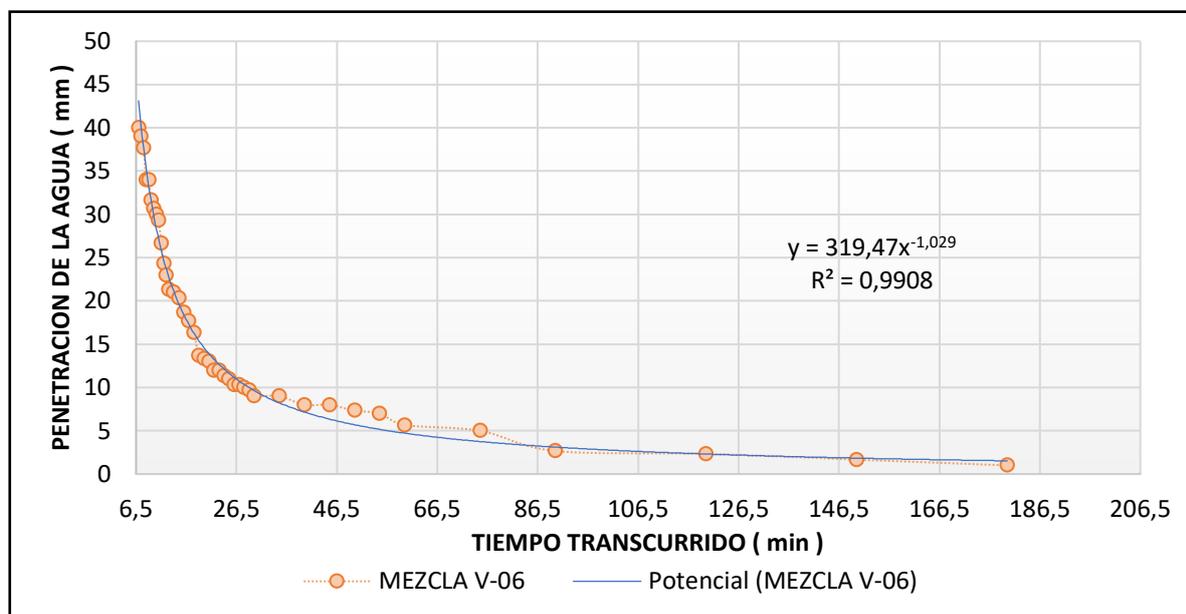
Figura 59. Representación gráfica de la variación de la penetración en mm desde el inicio de las lecturas hasta el tiempo de fraguado final del espécimen V-05.



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N°60, se presenta los datos obtenidos en laboratorio los cuales han sido graficados para obtener una función exponencial $y = 319,47X^{-1,029}$ representa la curva ajustada que mejor se adapta a los datos experimentales. El coeficiente de determinación $R^2 = 0,9908$ el cual se aproxima a 1,00, indica que la línea de regresión se ajusta muy bien a los datos experimentales. Esta curva ajustada permite hacer predicciones y extrapolaciones con mayor confianza dentro del rango de valores analizados, lo cual es esencial para interpretar y aplicar los resultados obtenidos en investigaciones.

Figura 60. Representación gráfica de la variación de la penetración en mm desde el inicio de las lecturas hasta el tiempo de fraguado final del espécimen V-06.



Fuente: Elaboración Propia.

La tabla N° 109 presenta un resumen detallado de los resultados obtenidos en el ensayo del aparato de la aguja de Vicat. En ella se detallan los tiempos de fraguado inicial y sus respectivos promedios para cada proporción de yeso-cemento evaluada.

Tabla 109. Resumen de resultados del tiempo de fraguado inicial.

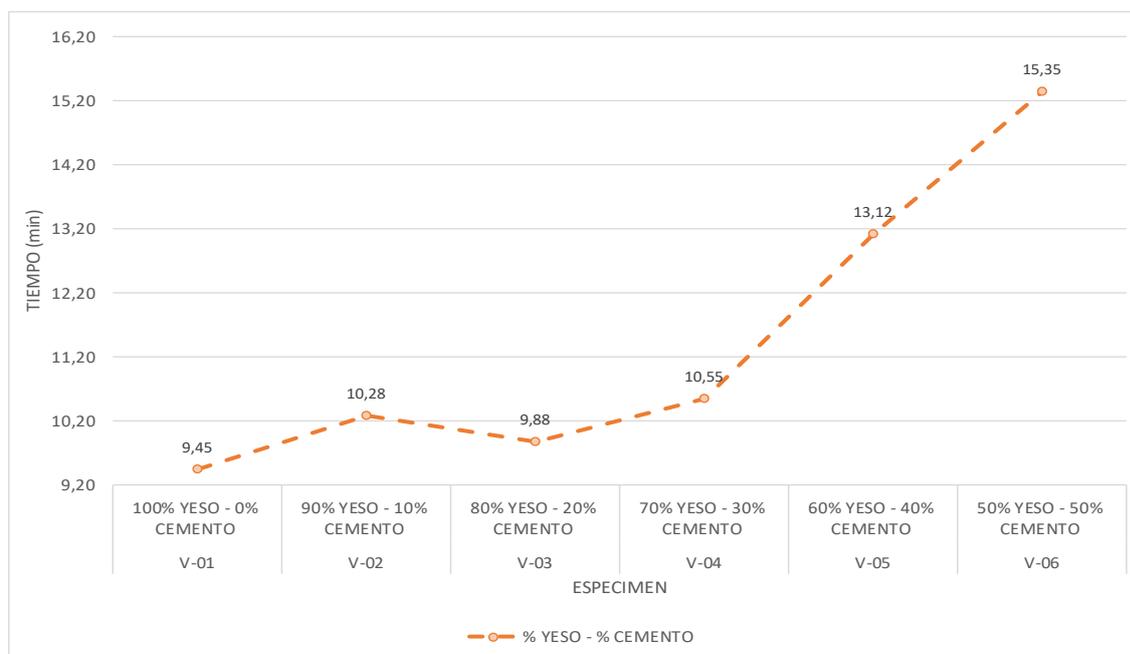
| PROPORCION YESO - CEMENTO | CODIGO DE ESPECIMEN | ENSAYO N°1 | ENSAYO N°2 | ENSAYO N°3 | PROMEDIO |
|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| 100% YESO - 0% CEMENTO | V-01 | 9 min 3 s | 10 min 3 s | 9 min 15 s | 9 min 27 s |
| 90% YESO - 10% CEMENTO | V-02 | 10 min 57 s | 10 min 21 s | 9 min 33 s | 10 min 17 s |
| 80% YESO - 20% CEMENTO | V-03 | 10 min 3 s | 9 min 21 s | 10 min 15 s | 9 min 53 s |
| 70% YESO - 30% CEMENTO | V-04 | 9 min 57 s | 9 min 57 s | 11 min 45 s | 10 min 33 s |
| 60% YESO - 40% CEMENTO | V-05 | 13 min 33 s | 12 min 45 s | 13 min 3 s | 13 min 7 s |
| 50% YESO - 50% CEMENTO | V-06 | 15 min 27 s | 15 min 45 s | 14 min 51 s | 15 min 21 s |

Fuente: Elaboración Propia.

Según los ensayos realizados para determinar el tiempo de fraguado inicial, se ha observado que este aumenta a medida que se incrementa el porcentaje de cemento y se reduce el porcentaje de yeso. Este aumento en el tiempo de fraguado inicial es evidente.

En la figura N°61, Se presenta el gráfico que muestra la evolución del tiempo de fraguado inicial de los especímenes estudiados con las siguientes proporciones: 100% yeso - 0% cemento, 90% yeso - 10% cemento, 80% yeso - 20% cemento, 70% yeso - 30% cemento, 60% yeso - 40% cemento y 50% yeso - 50% cemento.

Figura 61. Gráfico del tiempo fraguado inicial para cada espécimen determinado por el aparato de aguja de Vicat.



Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 110, se presenta el resumen general de los valores obtenidos en el ensayo del aparato de la aguja de Vicat, dichos valores representan para cada proporción de yeso – cemento el tiempo de fraguado final, lo cual se tiene el valor más representativo.

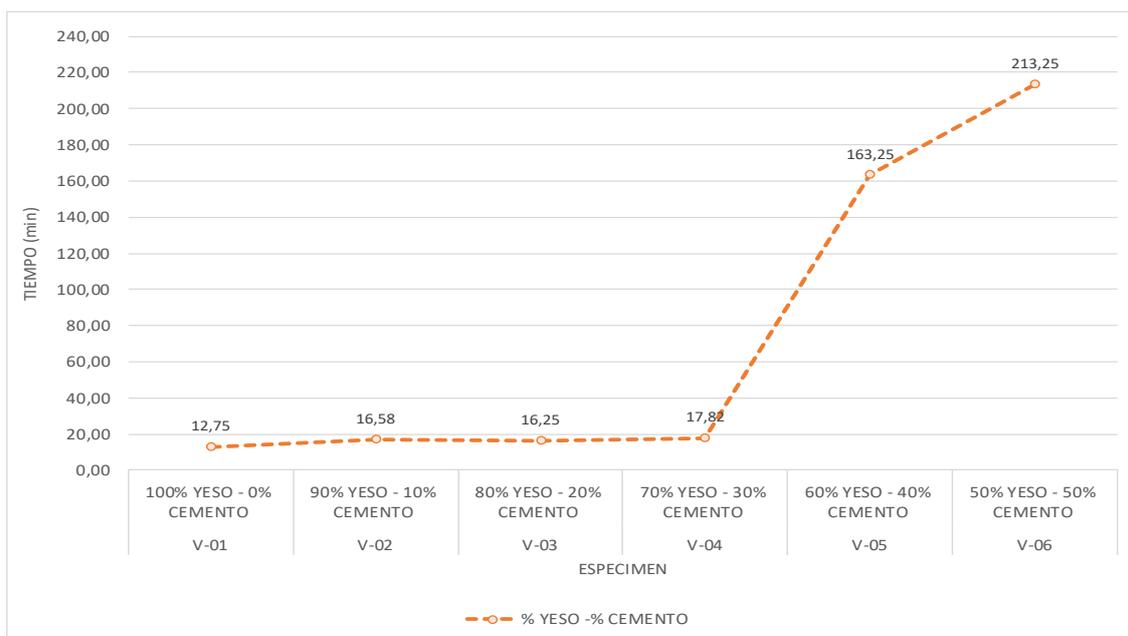
Tabla 110. Resumen de resultados del tiempo de fraguado Final para cada espécimen.

| PROPORCION YESO - CEMENTO | CODIGO DE ESPECIMEN | ENSAYO N°1 | ENSAYO N°2 | ENSAYO N°3 | PROMEDIO |
|---------------------------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 100% YESO - 0% CEMENTO | V-01 | 12 min 45 s |
| 90% YESO - 10% CEMENTO | V-02 | 16 min 45 s | 16 min 45 s | 16 min 15s | 16 min 35 s |
| 80% YESO - 20% CEMENTO | V-03 | 16 min 15 s |
| 70% YESO - 30% CEMENTO | V-04 | 17 min 15 s | 17 min 45 s | 18 min 45 s | 17 min 49 s |
| 60% YESO - 40% CEMENTO | V-05 | 153 min 15 s | 183 min 15 s | 153 min 15 s | 163 min 15 s |
| 50% YESO - 50% CEMENTO | V-06 | 213 min 15 s | 243 min 15 s | 183 min 15 s | 213 min 15 s |

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N°62, se presenta el gráfico que muestra la evolución del tiempo de fraguado final de los especímenes estudiados con las siguientes proporciones: 100% yeso - 0% cemento, 90% yeso - 10% cemento, 80% yeso - 20% cemento, 70% yeso - 30% cemento, 60% yeso - 40% cemento y 50% yeso - 50% cemento.

Figura 62. Gráfico del tiempo de fraguado final de cada espécimen en el ensayo de aparato de la aguja de Vicat



Fuente: Elaboración Propia.

- ❖ De la figura N°61, se concluye que las proporciones 90% yeso - 10% cemento, 80% yeso - 20% cemento, 70% yeso - 30% cemento tienen un similar comportamiento en el tiempo de fraguado inicial en comparación con la mezcla 100% yeso - 0% cemento (yeso patrón).
- ❖ En la Figura N°62, se concluye que las mezclas con proporciones de 90% yeso - 10% cemento, 80% yeso - 20% cemento, y 70% yeso - 30% cemento, muestran un comportamiento similar en el tiempo de fraguado final en comparación con la mezcla 100% yeso - 0% cemento (yeso patrón). Las diferencias de las lecturas son de hasta 6 min como máximo, las cuales no afectan significativamente los trabajos finales ni el tiempo.

6.1.3 Análisis de resistencia a compresión simple

En la tabla N°111, se presenta las resistencias obtenidas en el ensayo a compresión simple para las edades y proporciones 100% yeso - 0% cemento, 90% yeso - 10% cemento, 80% yeso - 20% cemento, 70% yeso - 30% cemento, 60% yeso - 40% cemento y 50% yeso - 50% cemento.

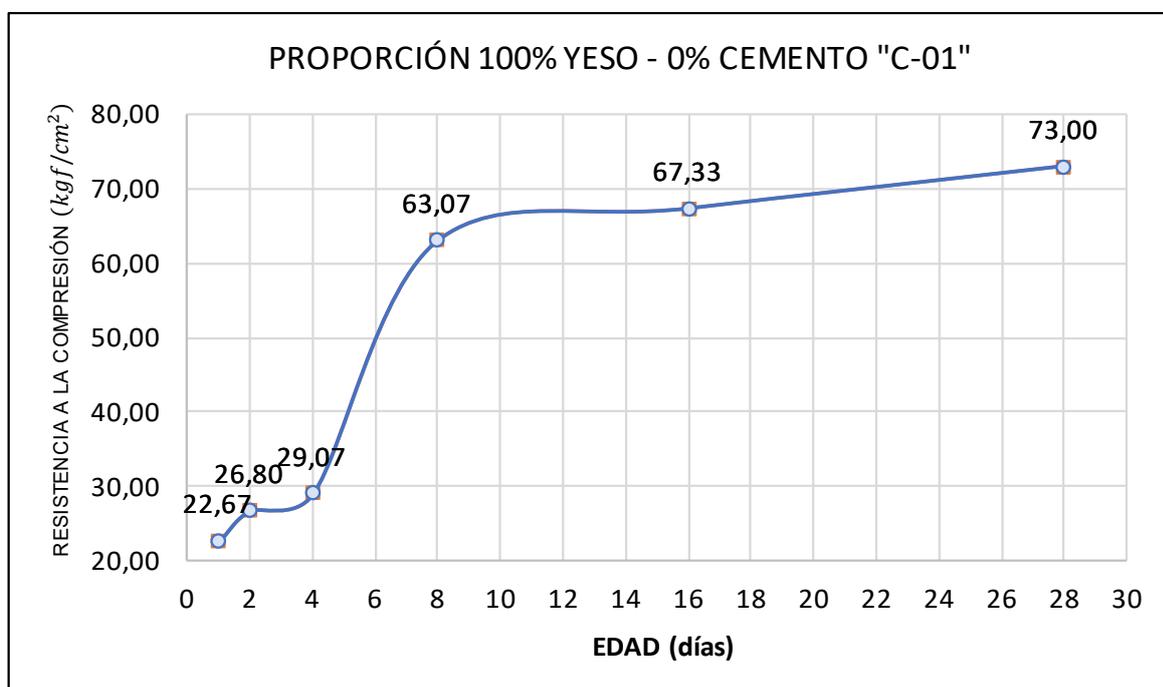
Tabla 111. Análisis de las resistencias a compresión simple de los especímenes.

| EDAD (días) | f=(kgf/cm ²) C-06 | f=(kgf/cm ²) C-02 | f=(kgf/cm ²) C-03 | f=(kgf/cm ²) C-04 | f=(kgf/cm ²) C-05 | f=(kgf/cm ²) C-06 |
|-------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 6,80 | 33,07 | 17,73 | 14,60 | 18,40 | 6,80 |
| 2 | 11,20 | 34,20 | 23,20 | 18,20 | 22,20 | 11,20 |
| 4 | 22,13 | 42,40 | 45,20 | 27,00 | 23,07 | 22,13 |
| 8 | 39,20 | 61,60 | 45,40 | 41,20 | 40,40 | 39,20 |
| 16 | 41,60 | 64,00 | 49,60 | 46,93 | 43,33 | 41,60 |
| 28 | 50,00 | 76,27 | 86,00 | 51,80 | 47,20 | 50,00 |

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N° 63, Se visualiza el proceso de evolución de la resistencia a compresión simple de las briquetas cúbicas L=5 cm, correspondiente a la proporción 100% yeso - 0% cemento.

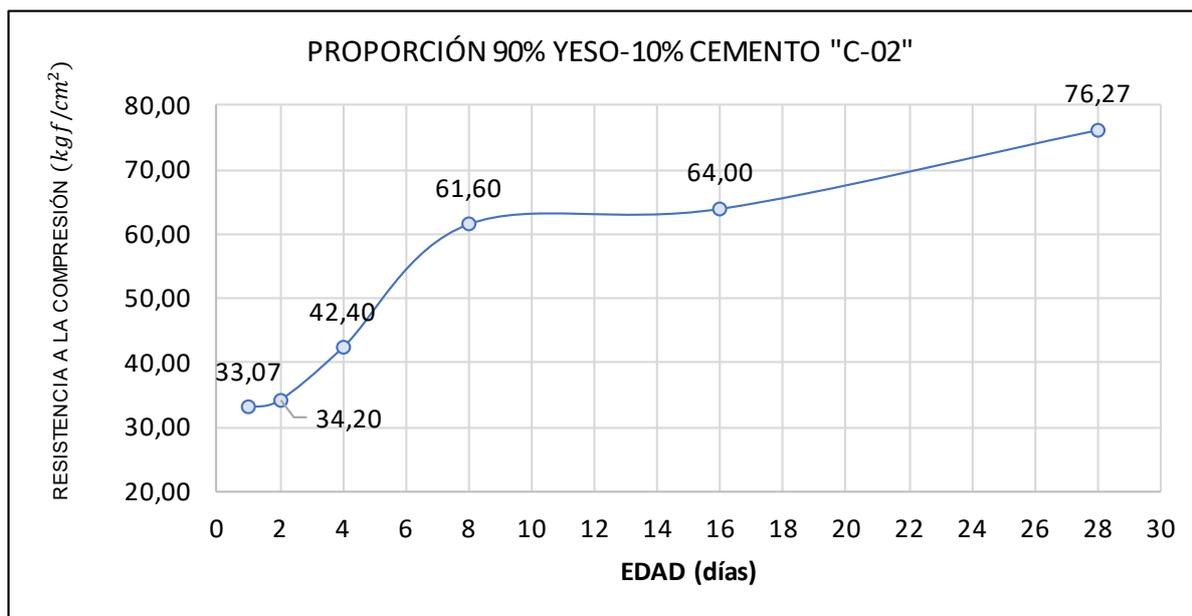
Figura 63. Análisis de la evolución de la resistencia a compresión simple de la proporción 100% yeso - 0% cemento.



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N° 64, Se visualiza el proceso de evolución de la resistencia a compresión simple de las briquetas cúbicas L=5 cm, correspondiente a la proporción 90% yeso - 10% cemento.

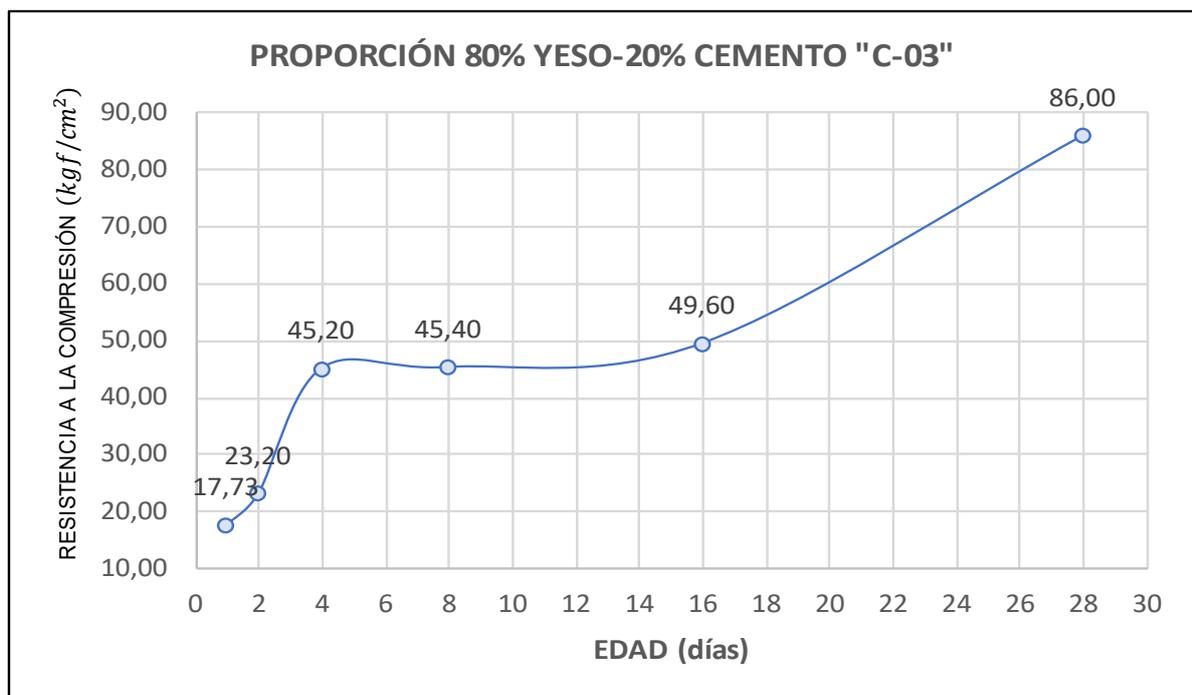
Figura 64. Análisis de la evolución de la resistencia a compresión simple de la proporción 90% yeso - 10% cemento.



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N° 65, se visualiza el proceso de evolución de la resistencia a compresión simple de las briquetas cúbicas L=5 cm, correspondiente a la proporción 80% yeso - 20% cemento.

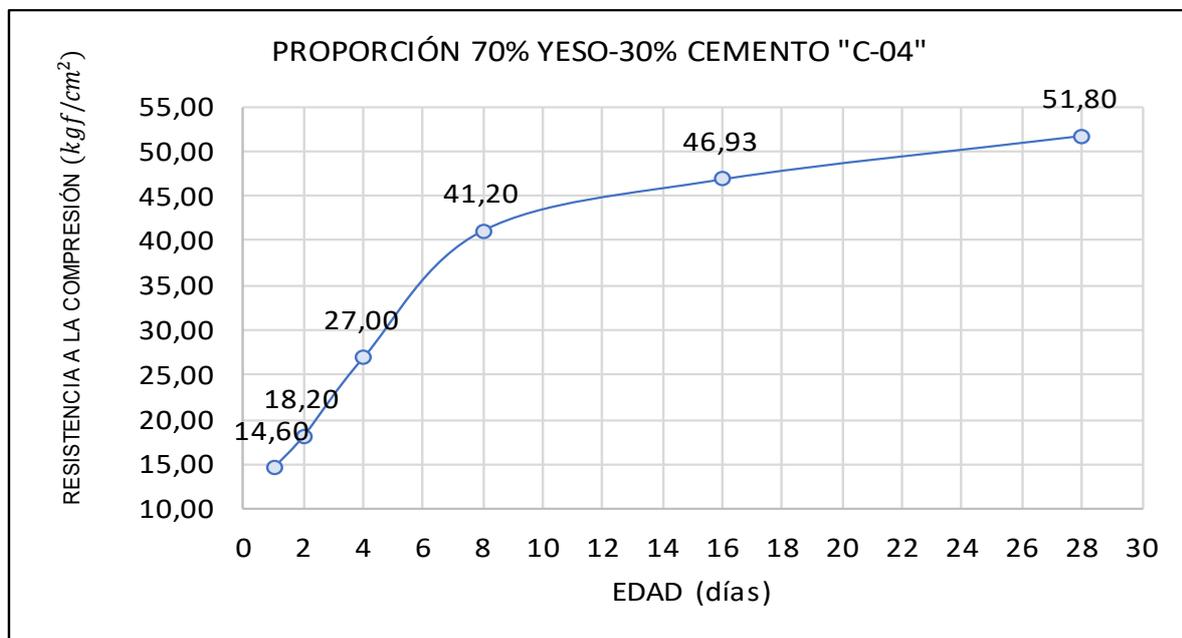
Figura 65. Análisis de la evolución de la resistencia a compresión simple de la proporción 80% yeso - 20% cemento.



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N° 66, Se visualiza el proceso de evolución de la resistencia a compresión simple de las briquetas cúbicas L=5 cm, correspondiente a la proporción 70% yeso - 30% cemento.

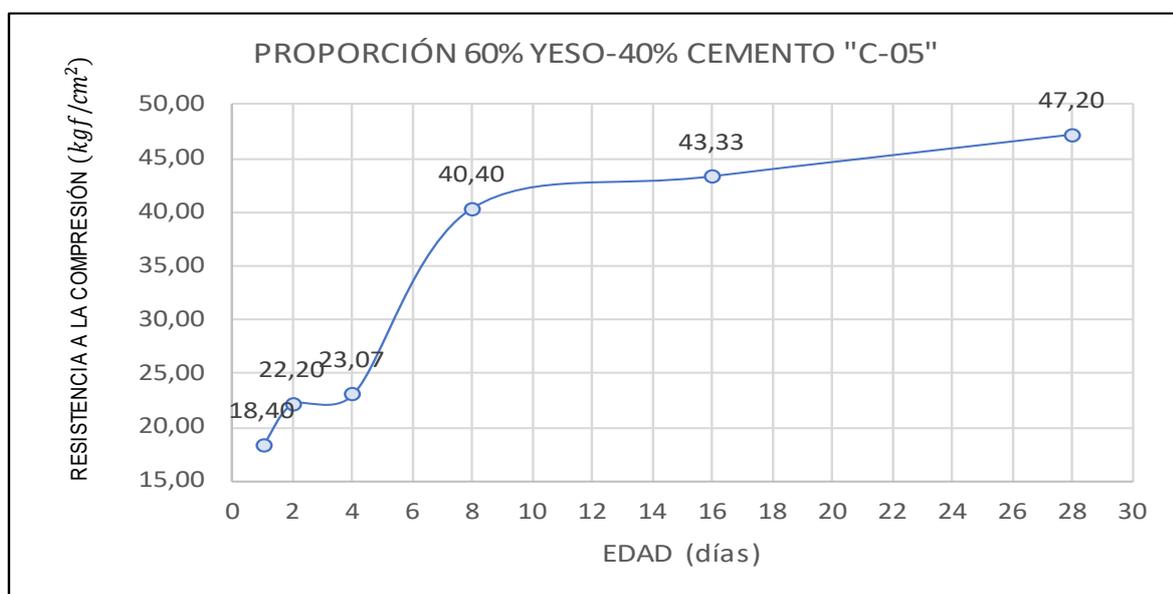
Figura 66. Análisis de la evolución de la resistencia a compresión simple de la proporción 70% yeso - 30% cemento.



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N° 67, Se visualiza el proceso de evolución de la resistencia a compresión simple de las briquetas cúbicas L=5 cm, correspondiente a la proporción 60% yeso - 40% cemento.

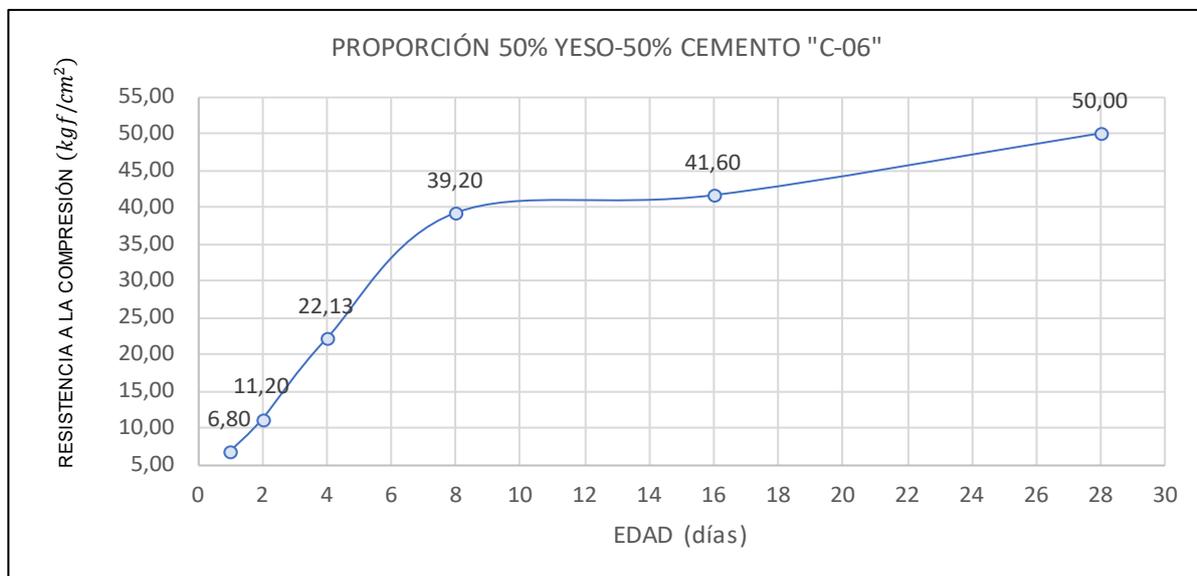
Figura 67. Análisis de la evolución de la resistencia a compresión simple de la proporción 60% yeso - 40% cemento.



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N° 68, Se visualiza el proceso de evolución de la resistencia a compresión simple de las briquetas cúbicas L=5 cm, correspondiente a la proporción 50% yeso - 50% cemento.

Figura 68. Análisis de la evolución de la resistencia a compresión simple de la proporción 50% yeso - 50% cemento.



Fuente: Elaboración Propia.

- ❖ De las figuras N° 63, figura N° 64, figura N° 65, figura N° 66, figura N° 67 y figura N° 68. Se tiene un comportamiento similar de forma creciente en todo el proceso de evolución de la resistencia a compresión simple.

6.1.3.1 Análisis de fracturación de las briquetas cúbicas de L=5 cm

Las fallas se produjeron en el ensayo a compresión simple, por las cargas a la que fueron sometidos a los 28 días. Estas fracturas se evaluaron tomando en cuenta la tesis de Nina y Ccasa (2022). se verificó según el tipo de fracturación de acuerdo al diagrama esquemático de patrones típicos de fractura, en las briquetas cúbicas L=5 cm.

Figura N° 69, se realizó la inspección visual a la biqueta sometida después de la aplicación de la carga, se identificó el tipo de fracturación de la biqueta de proporción 100% yeso – 0% cemento. La fractura se identifica como una fracturación tipo 2 o también denominada fracturación extensional columnar.

Figura 69. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 100% yeso – 0% cemento.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 70, se realizó la inspección visual a la briqueta sometida después de la aplicación de la carga, se identificó el tipo de fracturación de la briqueta de proporción 90% yeso –10% cemento. La fractura se identifica como una fracturación tipo 2 o también denominada fracturación extensional columnar.

Figura 70. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5 cm de la proporción 90% yeso – 10% cemento.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 71, se realizó la inspección visual a la briqueta sometida después de la aplicación de la carga, se identificó el tipo de fracturación de la briqueta de proporción 80% yeso – 20% cemento. La fractura se identifica como una fracturación tipo 2 o también denominada fracturación extensional columnar.

Figura 71. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5 cm de la proporción 80% yeso – 20% cemento.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 72, se realizó la inspección visual a la biqueta sometida después de la aplicación de la carga, se identificó el tipo de fracturación de la biqueta de proporción 70% yeso – 30% cemento. La fractura se identifica como una fracturación tipo 3 o también denominada fracturación por cizalla.

Figura 72. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5 cm de la proporción 70% yeso – 30% cemento.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 73, se realizó la inspección visual a la biqueta sometida después de la aplicación de la carga, se identificó el tipo de fracturación de la biqueta de proporción 60% yeso – 40% cemento. La fractura se identifica como una fracturación tipo 2 o también denominada fracturación extensional columnar.

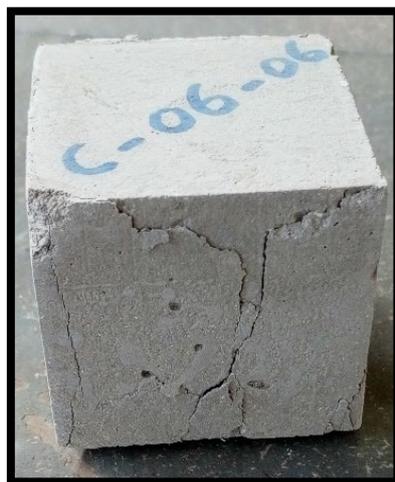
Figura 73. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5 cm de la proporción 60% yeso – 40% cemento.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 74, se realizó la inspección visual a la briqueta sometida después de la aplicación de la carga, se identificó el tipo de fracturación de la briqueta de proporción 50% yeso – 50% cemento. La fractura se identifica como una fracturación tipo 3 o también denominada fracturación por cizalla.

Figura 74. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5 cm de la proporción 50% yeso – 50% cemento.



Fuente: Elaboración Propia.

6.1.4 Análisis de costo unitario de enlucido de interiores sobre muros de ladrillo $e=1,5cm$

En las siguientes tablas se realizó el análisis de precios unitarios. Se utilizaron rendimientos actualizados según nuestra localidad, además de la tabla salarial vigente del régimen de construcción civil (01.06.2023 al 31.05.2024). También se emplearon precios actualizados de materiales y equipos utilizados en la ciudad del Cusco, sin incluir el IGV.

6.1.4.1 Rendimiento

Según la tesis de Ccorahua E. (2016), en la que se determinaron los rendimientos reales en trabajos de enlucido para la ciudad del Cusco, se indica lo siguiente:

- ❖ Para enlucidos interiores en muros de albañilería se considera: $16,07 \frac{m^2}{día}$
- ❖ Para enlucidos interiores de cielo raso con yeso se considera: $14,71 \frac{m^2}{día}$

6.1.4.2 Mano de obra

Según el libro de costos y presupuestos en edificación de la Cámara Peruana de Construcción "CAPECO" indica la cuadrilla de mano de obra para los trabajos de enlucidos interiores en muros de albañilería y cielo raso es:

- ❖ Para enlucidos interiores en muros de albañilería se considera: 01 operario y 0,5 peón.
- ❖ Para enlucidos interiores de cielo raso con yeso se considera: 01 operario y 1/3 peón.

6.1.4.3 Materiales

Según el libro de Costos y Presupuestos en Edificación de la Cámara Peruana de Construcción "CAPECO" se considera la densidad del yeso el valor de $690,00 \frac{kg}{m^3}$.

Según la tabla II.1.9, tabla de porcentaje de desperdicios se considera.

$$\text{porcentaje de desperdicio promedio para mortero} = 10\%$$

6.1.4.3.1. Análisis para la mezcla 100% yeso – 0% cemento.

Datos:

- ❖ Relación agua / (% yeso - % cemento) = 0,615
- ❖ Cemento Portland tipo I x 42,5 kg = 0,00 %
- ❖ Yeso artesanal 28 kg = 100 %
- ❖ Espesor del enlucido e = 1,5 cm

Cálculo de la cantidad de materiales.

- ❖ Cantidad de bolsas de yeso por metro cúbico = $\left(\frac{28 \text{ kg/bols}}{690 \text{ kg/m}^3}\right) = 0,0406 \text{ m}^3/\text{bols}$
- ❖ Cantidad de yeso $\left(\frac{\text{bols}}{\text{m}^2}\right) = \left(\frac{1 \text{ bols}}{0,0406 \text{ m}^3}\right) * \left(\frac{0,015 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^2}\right) * 1,1 = 0,4064 \frac{\text{bols}}{\text{m}^2}$
- ❖ Cantidad de agua $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}\right) = \left(0,615 * 0,4064 \frac{\text{bols}}{\text{m}^2} * 28 \frac{\text{kg}}{\text{bols}}\right) * \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ kg}}\right) = 0,007 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}$

Tabla 112. Análisis de precio unitarios para enlucido de 100% yeso – 0% cemento sobre muros de ladrillo e=1,5 cm.

| Análisis de Costo Unitario de la proporción 100% yeso - 0% Cemento | | | | | | |
|---|----------|----------------|---|------------|-----------------|--------------|
| ENLUCIDO DE YESO SOBRE MUROS DE LADRILLO | | | | | | |
| m²/día | MO.16,07 | EQ.16,07 | Costo unit. Directo por: m² | | S/ 21,24 | |
| Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| Mano de obra | | | | | | |
| OPERARIO | 8,00 | hh | 1,000 | 0,498 | 26,53 | 13,21 |
| PEON | 8,00 | hh | 0,500 | 0,249 | 18,88 | 4,70 |
| | | | | | | 17,91 |
| Materiales | | | | | | |
| Yeso de 28 kg | | bol | | 0,4064 | 5,74 | 2,33 |
| Agua | | m ³ | | 0,0070 | 3,00 | 0,02 |
| | | | | | | 2,35 |
| Equipos y herramientas | | | | | | |
| Herramientas Manuales | %MO | | | 3,000 | 17,91 | 0,54 |
| Andamios de un cuerpo | día | | 1 | 0,062 | 7,00 | 0,44 |
| | | | | | | 0,98 |

Fuente: Elaboración Propia.

Según la Tabla N° 112, se presenta el análisis de precios unitarios para una proporción de 100% yeso – 0% cemento, donde se obtiene que el costo total del metro cuadrado de enlucido sobre muros de ladrillo con un espesor de 1,5 cm es de S/. 21,24 soles.

$$P. U_{100\% \text{ yeso} - 0\% \text{ cemento}} = 21,24 \frac{\text{soles}}{\text{m}^2}$$

6.1.4.3.2. Análisis para la mezcla 90% yeso – 10% cemento.

Datos:

- ❖ Relación agua / (% yeso - % cemento) = 0.625
- ❖ Cemento Portland tipo I x 42,5 kg = 10 %
- ❖ Yeso artesanal 28 kg = 90 %
- ❖ Espesor del enlucido e = 1,5cm

Cálculo de la cantidad de materiales.

- ❖ Cantidad de bolsas de yeso por metro cúbico = $\left(\frac{28 \text{ kg/bls}}{690 \text{ kg/m}^3}\right) = 0,0406 \text{ m}^3/\text{bls}$
- ❖ Cantidad de yeso $\left(\frac{\text{bls}}{\text{m}^2}\right) = \left(\frac{1 \text{ bls}}{0,0406 \text{ m}^3}\right) * \left(\frac{0,015 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^2}\right) * 0,9 * 1,1 = 0,3658 \frac{\text{bls}}{\text{m}^2}$
- ❖ Cantidad de cemento $\left(\frac{\text{bls}}{\text{m}^2}\right) = \left(\frac{1 \text{ bls}}{0,0283 \text{ m}^3}\right) * \left(\frac{0,015 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^2}\right) * 0,1 * 1,1 = 0,0583 \frac{\text{bls}}{\text{m}^2}$
- ❖ Cantidad de agua $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}\right) = \left(0,625 * \left(0,3658 \frac{\text{bls}}{\text{m}^2} * 28 \frac{\text{kg}}{\text{bls}} + 0,0583 \frac{\text{bls}}{\text{m}^2} * 42,5 \frac{\text{kg}}{\text{bls}}\right) * \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ kg}}\right) = 0,0079 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}$

Tabla 113. Análisis de precio unitarios para enlucido de 90% yeso – 10% cemento sobre muros de ladrillo e=1,5cm.

| Análisis de Costo Unitario de la proporción 90% yeso - 10% Cemento | | | | | | |
|---|-----------------|------------------|---|-------------------|--------------------|--------------|
| ENLUCIDO DE YESO - CEMENTO SOBRE MUROS DE LADRILLO | | | | | | |
| m²/día | MO.16,07 | EQ.16,07 | Costo unit. Directo por: m² | | S/ 22,35 | |
| Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| Mano de obra | | | | | | |
| OPERARIO | 8,00 | hh | 1,000 | 0,498 | 26,53 | 13,21 |
| PEON | 8,00 | hh | 0,500 | 0,249 | 18,88 | 4,70 |
| | | | | | | 17,91 |
| Materiales | | | | | | |
| Yeso de 28 kg | | bols | | 0,3658 | 5,74 | 2,10 |
| Cemento portland | | bols | | 0,0583 | 22,96 | 1,34 |
| Agua | | m ³ | | 0,0079 | 3,00 | 0,02 |
| | | | | | | 3,46 |
| Equipos y herramientas | | | | | | |
| Herramientas Manuales | | %MO | | 3,000 | 17,91 | 0,54 |
| Andamios de un cuerpo | | día | 1,000 | 0,062 | 7,00 | 0,44 |
| | | | | | | 0,98 |

Fuente: Elaboración Propia.

Según la Tabla N°113, se presenta el análisis de precios unitarios para una proporción de 90% yeso – 10% cemento, donde se obtiene que el costo total del metro cuadrado de enlucido sobre muros de ladrillo con un espesor de 1,5 cm es de S/. 22,35 soles.

$$P. U_{90\% \text{ yeso} - 10\% \text{ cemento}} = 22,35 \frac{\text{soles}}{m^2}$$

6.1.4.3.3. Análisis para la mezcla 80% yeso – 20% cemento.

Datos:

- ❖ Relación agua / (% yeso - % cemento) = 0,633
- ❖ Cemento Portland tipo I x 42,5 kg = 20 %
- ❖ Yeso artesanal 28 kg = 80 %
- ❖ Espesor del enlucido e =1,5cm

Cálculo de la cantidad de materiales.

- ❖ Cantidad de bolsas de yeso por metro cúbico = $\left(\frac{28 \text{ kg/bls}}{690 \text{ kg/m}^3}\right) = 0,0406 \text{ m}^3/\text{bls}$
- ❖ Cantidad de yeso $\left(\frac{\text{bls}}{m^2}\right) = \left(\frac{1 \text{ bls}}{0,0406 \text{ m}^3}\right) * \left(\frac{0,015 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^2}\right) * 0,8 * 1,1 = 0,3251 \frac{\text{bls}}{m^2}$
- ❖ Cantidad de cemento $\left(\frac{\text{bls}}{m^2}\right) = \left(\frac{1 \text{ bls}}{0,0283 \text{ m}^3}\right) * \left(\frac{0,015 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^2}\right) * 0,2 * 1,1 = 0,1166 \frac{\text{bls}}{m^2}$
- ❖ Cantidad de agua $\left(\frac{m^3}{m^2}\right) = \left(0,633 * \left(0,3251 \frac{\text{bls}}{m^2} * 28 \frac{\text{kg}}{\text{bls}} + 0,1166 \frac{\text{bls}}{m^2} * 42,5 \frac{\text{kg}}{\text{bls}}\right) * \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ kg}}\right) = 0,0089 \frac{m^3}{m^2}$

Tabla 114. Análisis de precio unitarios para enlucido de 80% yeso – 20% cemento sobre muros de ladrillo e=1,5cm.

| Análisis de Costo Unitario de la proporción 80% yeso - 20% Cemento | | | | | | |
|---|-----------------|------------------|---|-------------------|--------------------|--------------|
| ENLUCIDO DE YESO - CEMENTO SOBRE MUROS DE LADRILLO | | | | | | |
| m²/día | MO.16,07 | EQ.16,07 | Costo unit. Directo por: m² | | S/ 23,47 | |
| Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| Mano de obra | | | | | | |
| OPERARIO | 8,00 | hh | 1,000 | 0,498 | 26,53 | 13,21 |
| PEON | 8,00 | hh | 0,500 | 0,249 | 18,88 | 4,70 |
| | | | | | | 17,91 |
| Materiales | | | | | | |
| Yeso de 28 kg | | bols | | 0,3251 | 5,74 | 1,87 |
| Cemento portland 42,5 kg | | bols | | 0,1166 | 22,96 | 2,68 |
| Agua | | m ³ | | 0,0089 | 3,00 | 0,03 |
| | | | | | | 4,58 |
| Equipos y herramientas | | | | | | |
| Herramientas Manuales | | %MO | | 3,000 | 17,91 | 0,54 |
| Andamios de un cuerpo | | día | 1,000 | 0,062 | 7,00 | 0,44 |
| | | | | | | 0,98 |

Fuente: Elaboración Propia.

Según la Tabla N°114, se presenta el análisis de precios unitarios para una proporción de 80% yeso – 20% cemento, donde se obtiene que el costo total del metro cuadrado de enlucido sobre muros de ladrillo con un espesor de 1,5 cm es de S/. 23,47 soles.

$$P. U_{80\% \text{ yeso} - 20\% \text{ cemento}} = 23,47 \frac{\text{soles}}{\text{m}^2}$$

6.1.4.3.4. Análisis para la mezcla 70% yeso – 30% cemento.

Datos:

- ❖ Relación agua / (% yeso - % cemento) = 0,641
- ❖ Cemento Portland tipo I x 42,5 kg = 30 %
- ❖ Yeso artesanal 28 kg = 70 %
- ❖ Espesor del enlucido e =1,5 cm

Cálculo de la cantidad de materiales.

- ❖ Cantidad de bolsas de yeso por metro cúbico = $\left(\frac{28 \text{ kg/bls}}{690 \text{ kg/m}^3}\right) = 0,0406 \text{ m}^3/\text{bls}$
- ❖ Cantidad de yeso $\left(\frac{\text{bls}}{\text{m}^2}\right) = \left(\frac{1 \text{ bls}}{0,0406 \text{ m}^3}\right) * \left(\frac{0,015 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^2}\right) * 0,7 * 1,1 = 0,2845 \frac{\text{bls}}{\text{m}^2}$
- ❖ Cantidad de cemento $\left(\frac{\text{bls}}{\text{m}^2}\right) = \left(\frac{1 \text{ bls}}{0,0283 \text{ m}^3}\right) * \left(\frac{0,015 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^2}\right) * 0,3 * 1,1 = 0,1749 \frac{\text{bls}}{\text{m}^2}$
- ❖ Cantidad de agua $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}\right) = \left(0,641 * \left(0,2845 \frac{\text{bls}}{\text{m}^2} * 28 \frac{\text{kg}}{\text{bls}} + 0,1749 \frac{\text{bls}}{\text{m}^2} * 42,5 \frac{\text{kg}}{\text{bls}}\right) * \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ kg}}\right) = 0,0099 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}$

Tabla 115. Análisis de precio unitarios para enlucido de 70% yeso – 30% cemento sobre muros de ladrillo e=1,5cm.

| Análisis de Costo Unitario de la proporción 70% yeso - 30% Cemento | | | | | | |
|---|----------|----------------|--------------------------|----------|----------------------|-----------------|
| ENLUCIDO DE YESO - CEMENTO SOBRE MUROS DE LADRILLO | | | | | | |
| m²/día | MO.16,07 | EQ.16,07 | Costo unit. Directo por: | | m² | S/ 24,57 |
| Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de obra | | | | | | |
| OPERARIO | 8,00 | hh | 1,000 | 0,498 | 26,53 | 13,21 |
| PEON | 8,00 | hh | 0,500 | 0,249 | 18,88 | 4,70 |
| | | | | | | 17,91 |
| Materiales | | | | | | |
| Yeso de 28kg | | bols | | 0,2845 | 5,74 | 1,63 |
| Cemento portland | | bols | | 0,1749 | 22,96 | 4,02 |
| Agua | | m ³ | | 0,0099 | 3,00 | 0,03 |
| | | | | | | 5,68 |
| Equipos y herramientas | | | | | | |
| Herramientas Manuales | | %MO | | 3,000 | 17,91 | 0,54 |
| Andamios de un cuerpo | | día | 1,000 | 0,062 | 7,00 | 0,44 |
| | | | | | | 0,98 |

Fuente: Elaboración Propia.

Según la Tabla N°115, se presenta el análisis de precios unitarios para una proporción 70% yeso – 30% cemento, donde se obtiene que el costo total del metro cuadrado de enlucido sobre muros de ladrillo con un espesor de 1,5 cm es de S/. 24,57 soles.

$$P. U_{70\% \text{ yeso} - 30\% \text{ cemento}} = 24,57 \frac{\text{soles}}{m^2}$$

6.1.5 Análisis de costo unitario de enlucido de interiores sobre cielo raso e=1,00 cm

En las tablas siguientes se realizó el análisis de precios unitarios, en donde se determinó los rendimientos actualizados de acuerdo a nuestra localidad; así mismo se utilizó la tabla salarial actualizada del régimen de construcción civil que está vigente 01.06.2023 al 31.05.2024; de la misma manera se utilizó precios actualizados de los materiales y equipos utilizados en la ciudad del Cusco.

6.1.5.1 Cantidad de materiales

6.1.5.1.1 Análisis para la mezcla 100% yeso – 0% cemento.

Datos:

- ❖ Relación agua / (% yeso - % cemento) = 0,615
- ❖ Cemento Portland tipo I x 42,5 kg = 0 %
- ❖ Yeso artesanal 28 kg = 100 %
- ❖ Espesor del enlucido e =1,00 cm

Cálculo de la cantidad de materiales.

- ❖ Cantidad de bolsas de yeso por metro cúbico = $\left(\frac{28 \text{ kg/bls}}{690 \text{ kg/m}^3}\right) = 0,0406 \text{ m}^3/\text{bls}$
- ❖ Cantidad de yeso $\left(\frac{\text{bls}}{\text{m}^2}\right) = \left(\frac{1 \text{ bls}}{0,0406 \text{ m}^3}\right) * \left(\frac{0,01 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^2}\right) * 1,1 = 0,2709 \frac{\text{bls}}{\text{m}^2}$
- ❖ Cantidad de agua $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}\right) = \left(0,615 * 0,2709 \frac{\text{bls}}{\text{m}^2} * 28 \frac{\text{kg}}{\text{bls}}\right) * \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ kg}}\right) = 0,0047 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}$

Tabla 116. Análisis de precio unitarios para enlucido de 100% yeso – 0% cemento sobre cielo raso e=1cm.

| Análisis de Costo Unitario de la proporción 100% yeso - 0% Cemento | | | | | | |
|---|-----------------|-----------------|---------------------------------|----------|----------------------|-----------------|
| ENLUCIDO DE YESO SOBRE CIELO RASO | | | | | | |
| m²/día | MO.14,71 | EQ.14,71 | Costo unit. Directo por: | | m² | S/ 20,44 |
| Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de obra | | | | | | |
| OPERARIO | 8,00 | hh | 1,000 | 0,5438 | 26,53 | 14,43 |
| PEON | 8,00 | hh | 0,333 | 0,1813 | 18,88 | 3,42 |
| | | | | | | 17,85 |
| Materiales | | | | | | |
| Yeso de 28 kg | | bol | | 0,2709 | 5,74 | 1,56 |
| Agua | | m ³ | | 0,0047 | 3,00 | 0,01 |
| | | | | | | 1,57 |
| Equipos y herramientas | | | | | | |
| Herramientas Manuales | | %MO | | 3,000 | 17,85 | 0,54 |
| Andamios de un cuerpo | | día | 1,000 | 0,0680 | 7,00 | 0,48 |
| | | | | | | 1,02 |

Fuente: Elaboración Propia.

Según la Tabla N°116, se presenta el análisis de precios unitarios para una proporción 100% yeso – 0% cemento, donde se obtiene que el costo total del metro cuadrado de enlucido sobre cielo raso con un espesor de 1,00 cm es de S/. 20,44 soles

$$P. U_{100\% \text{ yeso} - 0\% \text{ cemento}} = 20,44 \frac{\text{soles}}{\text{m}^2}$$

6.1.5.1.2. Análisis para la mezcla 90 % yeso – 10% cemento.

Datos:

- ❖ Relación agua / (% yeso - % cemento) = 0,625
- ❖ Cemento Portland tipo I x 42,5 kg = 10 %
- ❖ Yeso artesanal 28 kg = 90 %
- ❖ Espesor del enlucido e =1,00 cm

Cálculo de la cantidad de materiales.

- ❖ Cantidad de bolsas de yeso por metro cúbico = $\left(\frac{28 \text{ kg/bls}}{690 \text{ kg/m}^3}\right) = 0,0406 \text{ m}^3/\text{bls}$
- ❖ Cantidad de yeso $\left(\frac{\text{bls}}{\text{m}^2}\right) = \left(\frac{1 \text{ bls}}{0,0406 \text{ m}^3}\right) * \left(\frac{0,01 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^2}\right) * 0,9 * 1,1 = 0,2438 \frac{\text{bls}}{\text{m}^2}$
- ❖ Cantidad de cemento $\left(\frac{\text{bls}}{\text{m}^2}\right) = \left(\frac{1 \text{ bls}}{0,0283 \text{ m}^3}\right) * \left(\frac{0,01 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^2}\right) * 0,1 * 1,1 = 0,0389 \frac{\text{bls}}{\text{m}^2}$

$$\begin{aligned} \text{❖ Cantidad de agua } \left(\frac{m^3}{m^2}\right) &= \left(0,625 * \left(0,2438 \frac{bls}{m^2} * 28 \frac{kg}{bls} + 0,0389 \frac{bls}{m^2} * 42,5 \frac{kg}{bls}\right)\right) * \\ &\left(\frac{1 m^3}{1000 kg}\right) = 0,0053 \frac{m^3}{m^2} \end{aligned}$$

Tabla 117. Análisis de precio unitarios para enlucido de 90% yeso – 10% cemento sobre cielo raso e=1cm.

| Análisis de Costo Unitario de la proporción 90% yeso - 10% Cemento | | | | | | |
|---|-----------------|-----------------|---|----------|------------|-----------------|
| ENLUCIDO DE YESO - CEMENTO SOBRE CIELO RASO | | | | | | |
| m²/día | MO.14,71 | EQ.14,71 | Costo unit. Directo por: m² | | | S/ 21,18 |
| Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de obra | | | | | | |
| OPERARIO | 8,00 | hh | 1,000 | 0,5438 | 26,53 | 14,43 |
| PEON | 8,00 | hh | 0,333 | 0,1811 | 18,88 | 3,42 |
| | | | | | | 17,85 |
| Materiales | | | | | | |
| Yeso de 28 kg | | bols | | 0,2438 | 5,74 | 1,40 |
| Cemento portland 42,5 kg | | bols | | 0,0389 | 22,96 | 0,89 |
| Agua | | m ³ | | 0,0053 | 3,00 | 0,02 |
| | | | | | | 2,31 |
| Herramientas Manuales | %MO | | | 3,000 | 17,85 | 0,54 |
| Andamios de un cuerpo | día | | 1,000 | 0,068 | 7,00 | 0,48 |
| | | | | | | 1,02 |

Fuente: Elaboración Propia.

Según la Tabla N°117, se presenta el análisis de precios unitarios para una proporción 90% yeso - 10% cemento, donde se obtiene que el costo total del metro cuadrado de enlucido sobre cielo raso con un espesor de 1,00 cm es de S/. 21,18 soles.

$$P. U_{90\% \text{ yeso} - 10\% \text{ cemento}} = 21,18 \frac{\text{soles}}{m^2}$$

6.1.5.1.3. Análisis para la mezcla 80 % yeso – 20% cemento.

Datos:

- ❖ Relación agua / (% yeso - % cemento) = 0,633
- ❖ Cemento Portland tipo I x 42,5 kg = 20 %
- ❖ Yeso artesanal 28 kg = 80 %
- ❖ Espesor del enlucido e =1,00 cm

Cálculo de la cantidad de materiales.

- ❖ Cantidad de bolsas de yeso por metro cúbico = $\left(\frac{28 \text{ kg/bls}}{690 \text{ kg/m}^3}\right) = 0,0406 \text{ m}^3/\text{bls}$
- ❖ Cantidad de yeso $\left(\frac{bls}{m^2}\right) = \left(\frac{1 \text{ bls}}{0,0406 \text{ m}^3}\right) * \left(\frac{0,01 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^2}\right) * 0,8 * 1,1 = 0,2167 \frac{bls}{m^2}$
- ❖ Cantidad de cemento $\left(\frac{bls}{m^2}\right) = \left(\frac{1 \text{ bls}}{0,0283 \text{ m}^3}\right) * \left(\frac{0,01 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^2}\right) * 0,2 * 1,1 = 0,0777 \frac{bls}{m^2}$
- ❖ Cantidad de agua $\left(\frac{m^3}{m^2}\right) = \left(0,633 * \left(0,2167 \frac{bls}{m^2} * 28 \frac{kg}{bls} + 0,0777 \frac{bls}{m^2} * 42,5 \frac{kg}{bls}\right)\right) * \left(\frac{1 m^3}{1000 kg}\right) = 0,0059 \frac{m^3}{m^2}$

Tabla 118. Análisis de precios unitarios para enlucido de 80% yeso – 20% cemento sobre cielo raso e=1cm.

| Análisis de Costo Unitario de la proporción 80% yeso - 20% Cemento | | | | | | |
|---|----------|----------------|---|------------|-------------|-----------------|
| ENLUCIDO DE YESO - CEMENTO CIELO RASO | | | | | | |
| m²/día | MO.14,71 | EQ.14,71 | Costo unit. Directo por: m² | | | S/ 21,91 |
| Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| Mano de obra | | | | | | |
| OPERARIO | 8,00 | hh | 1,000 | 0,544 | 26,53 | 14,43 |
| PEON | 8,00 | hh | 0,333 | 0,181 | 18,88 | 3,42 |
| | | | | | | 17,85 |
| Materiales | | | | | | |
| Yeso de 28 kg | | bols | | 0,2167 | 5,74 | 1,24 |
| Cemento portland 42,5 kg | | bols | | 0,0777 | 22,96 | 1,78 |
| Agua | | m ³ | | 0,0059 | 3,00 | 0,02 |
| | | | | | | 3,04 |
| Equipos y herramientas | | | | | | |
| Herramientas Manuales | | %MO | | 3,000 | 17,85 | 0,54 |
| Andamios de un cuerpo | | día | 1,000 | 0,068 | 7,00 | 0,48 |
| | | | | | | 1,02 |

Fuente: Elaboración Propia.

Según la Tabla N°118, se presenta el análisis de precios unitarios para una proporción 80% yeso - 20% cemento, donde se obtiene que el costo total del metro cuadrado de enlucido sobre sobre cielo raso con un espesor de 1,00 cm es de S/. 21,91 soles.

$$P. U_{80\% \text{ yeso} - 20\% \text{ cemento}} = 21,91 \frac{\text{soles}}{\text{m}^2}$$

6.1.5.1.4. Análisis para la mezcla 70 % yeso – 30% cemento.

Datos:

- ❖ Relación agua / (% yeso - % cemento) = 0,641
- ❖ Cemento Portland tipo I x 42,5 kg = 30 %
- ❖ Yeso artesanal 28 kg = 70 %
- ❖ Espesor del enlucido e =1,0cm

Cálculo de la cantidad de materiales.

- ❖ Cantidad de bolsas de yeso por metro cúbico = $\left(\frac{28 \text{ kg/bls}}{690 \text{ kg/m}^3}\right) = 0,0406 \text{ m}^3/\text{bls}$
- ❖ Cantidad de yeso $\left(\frac{\text{bls}}{\text{m}^2}\right) = \left(\frac{1 \text{bls}}{0,0406 \text{ m}^3}\right) * \left(\frac{0,01 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^2}\right) * 0,7 * 1,1 = 0,1897 \frac{\text{bls}}{\text{m}^2}$
- ❖ Cantidad de cemento $\left(\frac{\text{bls}}{\text{m}^2}\right) = \left(\frac{1 \text{bls}}{0,0283 \text{ m}^3}\right) * \left(\frac{0,01 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^2}\right) * 0,3 * 1,1 = 0,1166 \frac{\text{bls}}{\text{m}^2}$
- ❖ Cantidad de agua $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}\right) = \left(0,641 * \left(0,1897 \frac{\text{bls}}{\text{m}^2} * 28 \frac{\text{kg}}{\text{bls}} + 0,1166 \frac{\text{bls}}{\text{m}^2} * 42,5 \frac{\text{kg}}{\text{bls}}\right) * \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ kg}}\right) = 0,0066 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}$

Tabla 119. Análisis de precios unitarios para enlucido de 70% yeso – 30% cemento sobre cielo raso e=1cm.

| Análisis de Costo Unitario de la proporción 70% yeso - 30% Cemento | | | | | | |
|---|----------|----------------|---|------------|-----------------|--------------|
| ENLUCIDO DE YESO - CEMENTO SOBRE CIELO RASO | | | | | | |
| m²/día | MO.14,71 | EQ.14,71 | Costo unit. Directo por: m² | | S/ 22,66 | |
| Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| Mano de obra | | | | | | |
| OPERARIO | 8,00 | hh | 1,000 | 0,544 | 26,53 | 14,43 |
| PEON | 8,00 | hh | 0,333 | 0,181 | 18,88 | 3,42 |
| | | | | | | 17,85 |
| Materiales | | | | | | |
| Yeso de 28 kg | | bols | | 0,1897 | 5,74 | 1,09 |
| Cemento portland 42,5 kg | | bols | | 0,1166 | 22,96 | 2,68 |
| Agua | | m ³ | | 0,0066 | 3,00 | 0,02 |
| | | | | | | 3,79 |
| Equipos y herramientas | | | | | | |
| Herramientas Manuales | | %MO | | 3,000 | 17,85 | 0,54 |
| Andamios de un cuerpo | | día | 1,000 | 0,068 | 7,000 | 0,48 |
| | | | | | | 1,02 |

Fuente: Elaboración Propia.

Según la Tabla N°119, se presenta el análisis de precios unitarios para una proporción 70% yeso - 30% cemento, donde se obtiene que el costo total del metro cuadrado de enlucido sobre sobre cielo con un espesor de 1,00 cm es de S/. 22,66 soles.

$$P. U_{70\% \text{ yeso} - 30\% \text{ cemento}} = 22,66 \frac{\text{soles}}{m^2}$$

6.2 Discusión de resultados

6.2.1 Determinación de la confiabilidad mediante el coeficiente de correlación de Pearson y coeficiente de determinación R^2 para el ensayo de la fluidez de la pasta.

Esta prueba estadística nos ayuda a analizar la relación entre: la adición de yeso-cemento y la relación agua/(yeso-cemento), de todas las proporciones estudiadas.

Tabla 120. Cálculos previos para hallar el coeficiente de determinación R^2

| No. | ADICION DE CEMENTO (%) "X" | RELACION AGUA / (CEMENTO)" Y" | \bar{Y} | Y' | $(Y' - \bar{Y})^2$ | $(Y - \bar{Y})^2$ |
|-----|----------------------------|-------------------------------|------------------|----------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 0% | 0,615 | 0,64 | 0,61 | 0,00059 | 0,00056 |
| 2 | 10% | 0,625 | 0,64 | 0,62 | 0,00021 | 0,00017 |
| 3 | 20% | 0,633 | 0,64 | 0,63 | 0,00002 | 0,00003 |
| 4 | 30% | 0,641 | 0,64 | 0,64 | 0,00002 | 0,00001 |
| 5 | 40% | 0,650 | 0,64 | 0,65 | 0,00021 | 0,00012 |
| 6 | 50% | 0,667 | 0,64 | 0,66 | 0,00059 | 0,00080 |
| | PROMEDIO | 0,64 | SUMATORIA | 0,00166 | 0,00169 | |

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla anterior se realizó los cálculos previos para la hallar el coeficiente de correlación de Pearson para determinar la confiabilidad mediante la formula.

$$R = \sqrt{\frac{\sum(Y' - \bar{Y})^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2}}$$

donde:

- ❖ \bar{Y} = promedio de la relacion agua/(yeso – cemento), variable dependiente
- ❖ r = coeficiente de correlación de Pearson.
- ❖ Y' = Valor estimado de la variable dependiente.

$$r = \sqrt{\frac{\sum(Y' - \bar{Y})^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2}} = \sqrt{\frac{0,00166}{0,00169}} = 0,989$$

$$r = 0,989 ; R^2 = 0,979$$

Se concluye que el coeficiente de Pearson se encuentra comprendido entre:

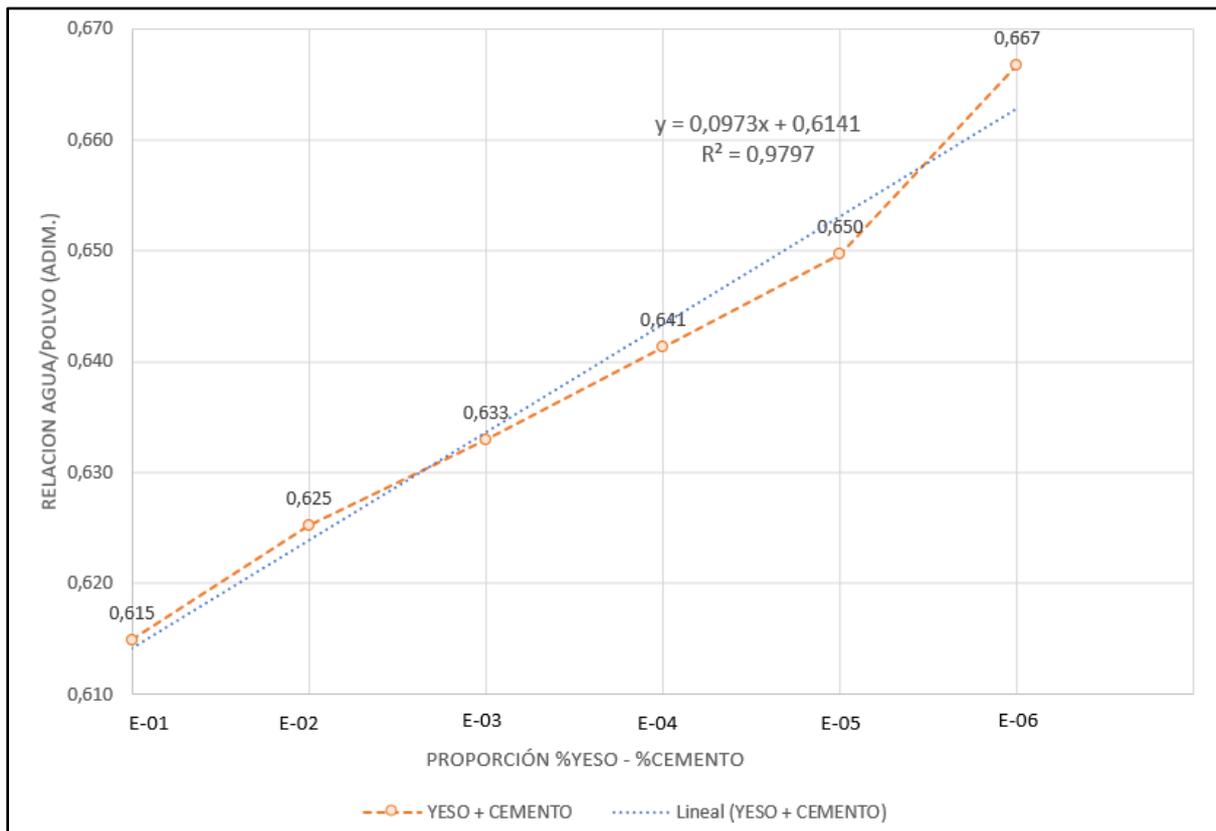
- ❖ +0,90= correlación positiva considerable
- ❖ +1,00= correlación positiva perfecta

El coeficiente de Pearson determinado para analizar la relación entre la adición de yeso - cemento y la relación agua/(yeso-cemento) se aproxima a la 1,00 esto implica que tenemos una correlación positiva casi perfecta.

Se realiza la regresión lineal para adición de yeso-cemento y la relación agua/(yeso-cemento), también se calcula el coeficiente de determinación con la herramienta Excel, en donde se halla un modelo matemático para predecir los valores de la otra variable.

❖ R^2 = coeficiente de determinación

Figura 75. Análisis de la relación agua / (yeso-cemento) - (%yeso + %cemento).



Fuente: Elaboración Propia.

Se tiene ecuación lineal $y = 0,0973x + 0,6141$ y el coeficiente de determinación $R^2 = 0,9797$ se analiza de acuerdo a la correlación de la "bondad de ajuste", este valor está dado por los valores:

- ❖ 0,00 cuando el coeficiente se aproxima a cero tiene un menor valor de ajuste.
- ❖ 1,00 cuando el coeficiente se aproxima a la unidad tiene un alto valor de ajuste.

Esto implica que el coeficiente de determinación hallado se aproxima a la unidad entonces se concluye que nuestro valor tiene un alto valor de ajuste.

6.2.2 Determinación de la confiabilidad mediante el coeficiente de determinación R^2 para el ensayo de aguja de Vicat.

En la siguiente tabla N° 121, se muestra los cálculos previos para determinar la confiabilidad de los datos obtenidos en laboratorio y empíricamente de la proporción 100% yeso - 0% cemento para el cálculo del coeficiente de determinación.

Tabla 121. Cálculos previos para hallar el coeficiente de determinación R^2 .

| No. | TIEMPO TRANSCURRIDO (min) "X" | PENETRACION DE LA AGUJA (mm) "Y" | \bar{Y} | Y' | $(Y' - \bar{Y})^2$ | $(Y - \bar{Y})^2$ |
|-----|-------------------------------------|--|-----------|------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 4,50 | 40,00 | 16,67 | 40,75 | 579,95 | 544,44 |
| 2 | 5,00 | 38,33 | 16,67 | 37,06 | 415,85 | 469,44 |
| 3 | 5,50 | 31,67 | 16,67 | 32,05 | 236,77 | 225,00 |
| 4 | 6,00 | 26,67 | 16,67 | 26,20 | 90,95 | 100,00 |
| 5 | 6,50 | 20,00 | 16,67 | 19,98 | 10,95 | 11,11 |
| 6 | 7,00 | 13,00 | 16,67 | 13,84 | 8,00 | 13,44 |
| 7 | 7,50 | 8,67 | 16,67 | 8,26 | 70,63 | 64,00 |
| 8 | 8,00 | 2,33 | 16,67 | 3,72 | 167,71 | 205,44 |
| 9 | 8,50 | 1,67 | 16,67 | 0,67 | 255,94 | 225,00 |
| 10 | 9,00 | 1,00 | 16,67 | -0,41 | 291,69 | 245,44 |
| 11 | 9,50 | 0,00 | 16,67 | 0,94 | 247,22 | 277,78 |
| | PROMEDIO | 16,67 | | SUMATORIA | 2375,65 | 2381,11 |

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla anterior se realizó los cálculos previos para la hallar el coeficiente de determinación R^2 .

$$R^2 = \frac{\sum(Y' - \bar{Y})^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2}$$

donde:

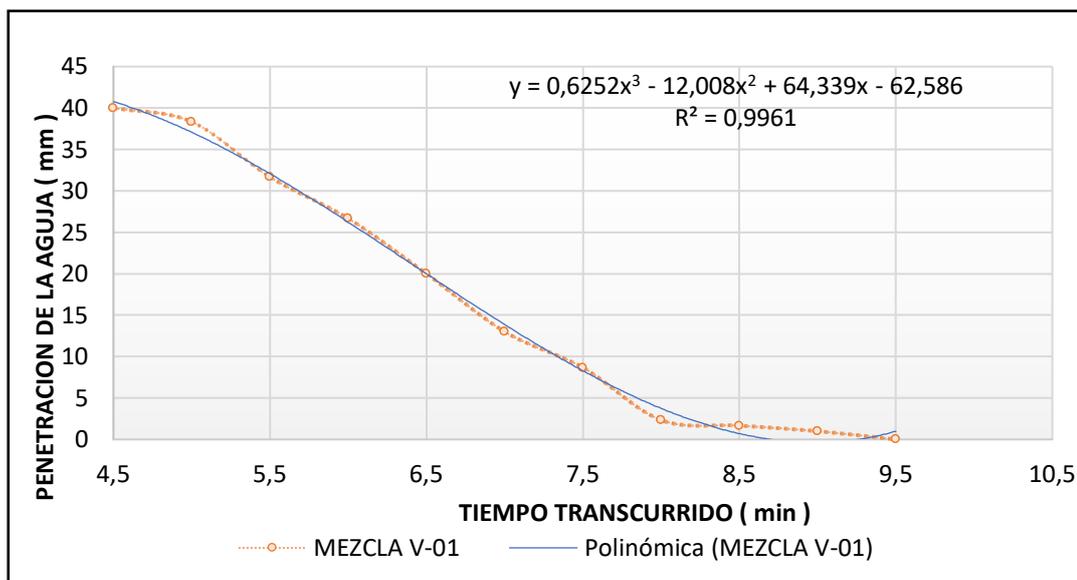
- ❖ \bar{Y} = promedio de la Penetración de la aguja de Vicat (mm). "variable dependiente"
- ❖ R^2 = coeficiente de determinación.
- ❖ Y' = Valor calculado por la ecuación
- ❖ Y = Valor determinado en el laboratorio

$$R^2 = \frac{\sum(Y' - \bar{Y})^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2} = \frac{2375,65}{2381,11} = 0,9977$$

$$R^2 = 0,9977$$

En la siguiente figura se muestra la función polinómica con ecuación $y = 0,6252x^3 - 12,008x^2 + 64,339x - 62,586$ y el coeficiente de determinación $R^2 = 0,9961$, determinado con la herramienta de cálculo Excel.

Figura 76. Representación gráfica del ajuste de los datos en la función polinómica.



Fuente: Elaboración Propia.

Se concluye que los coeficientes de determinación obtenidos mediante el cálculo manual $R^2 = 0,9977$ y el coeficiente de determinación obtenido mediante la aplicación de la herramienta de cálculo Excel $R^2 = 0,9961$ estos valores tienen la bondad de ajuste cercano a 1,00 entonces implica que la ecuación obtenida $y = 0,6252x^3 - 12,008x^2 + 64,339x - 62,586$ tiene confiabilidad y esta puede ser utilizada para predecir resultados de la otra variable.

En la siguiente tabla N° 122, se muestra los cálculos previos para determinar la confiabilidad de los datos obtenidos en laboratorio y empíricamente de la proporción 90% yeso - 10% cemento para el cálculo del coeficiente de determinación.

Tabla 122. Cálculos previos para hallar el coeficiente de determinación R^2

| No. | TIEMPO TRANSCURRIDO (min) "X" | PENETRACION DE LA AGUJA (mm) "Y" | \bar{Y} | Y' | $(Y' - \bar{Y})^2$ | $(Y - \bar{Y})^2$ |
|-----|-------------------------------------|--|------------------|----------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 5,00 | 40,00 | 14,55 | 42,96 | 807,18 | 647,75 |
| 2 | 5,50 | 38,67 | 14,55 | 37,69 | 535,41 | 581,66 |
| 3 | 6,00 | 35,00 | 14,55 | 32,76 | 331,64 | 418,24 |
| 4 | 6,50 | 27,67 | 14,55 | 28,18 | 185,69 | 172,07 |
| 5 | 7,00 | 24,67 | 14,55 | 23,94 | 88,12 | 102,37 |
| 6 | 7,50 | 22,00 | 14,55 | 20,04 | 30,15 | 55,52 |
| 7 | 8,00 | 16,33 | 14,55 | 16,49 | 3,76 | 3,18 |
| 8 | 8,50 | 14,00 | 14,55 | 13,28 | 1,61 | 0,30 |
| 9 | 9,00 | 8,67 | 14,55 | 10,42 | 17,08 | 34,60 |
| 10 | 9,50 | 6,33 | 14,55 | 7,90 | 44,26 | 67,50 |
| 11 | 10,00 | 5,67 | 14,55 | 5,72 | 77,95 | 78,90 |
| 12 | 10,50 | 3,67 | 14,55 | 3,89 | 113,66 | 118,43 |
| 13 | 11,00 | 2,00 | 14,55 | 2,40 | 147,60 | 157,48 |
| 14 | 11,50 | 1,00 | 14,55 | 1,26 | 176,70 | 183,58 |
| 15 | 12,00 | 1,00 | 14,55 | 0,46 | 198,61 | 183,58 |
| 16 | 13,00 | 0,67 | 14,55 | -0,11 | 214,95 | 192,72 |
| 17 | 13,50 | 0,00 | 14,55 | 0,12 | 208,20 | 211,67 |
| | PROMEDIO | 14,55 | SUMATORIA | 3182,58 | 3209,54 | |

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla anterior se realizó los cálculos previos para la hallar el coeficiente de determinación R^2

$$R^2 = \frac{\sum(Y' - \bar{Y})^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2}$$

donde:

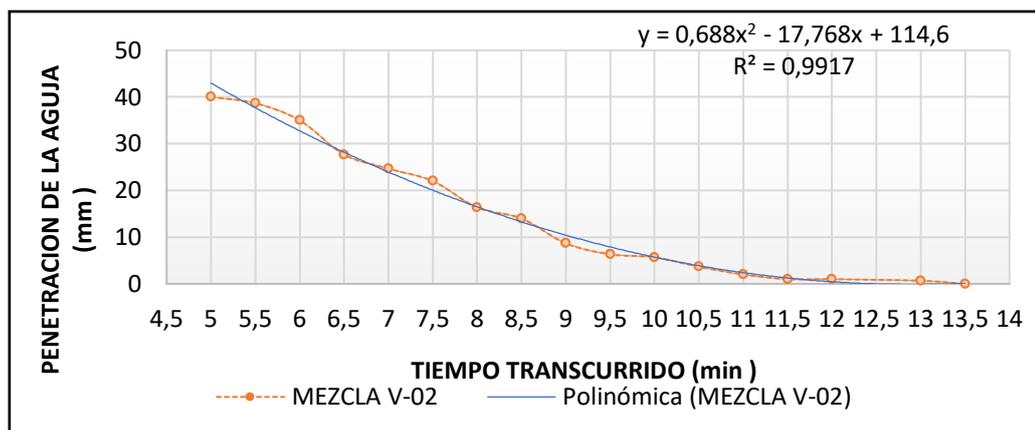
- ❖ \bar{Y} = promedio de la Penetración de la aguja de Vicat(mm). "variable dependiente".
- ❖ R^2 = coeficiente de determinacion.
- ❖ Y' = Valor calculado por la ecuación.
- ❖ Y = Valor determinado en el laboratorio.

$$R^2 = \frac{\sum(Y' - \bar{Y})^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2} = \frac{3182,58}{3209,54} = 0,9916$$

$$R^2 = 0,9916$$

En la siguiente figura N° 77 se muestra la función polinómica con ecuación $y = 0,688x^2 - 17,768x - 114,6$ el coeficiente de determinación $R^2 = 0,9917$ determinado con la herramienta de cálculo Excel.

Figura 77. Representación gráfica del ajuste de los datos en la función polinómica.



Fuente: Elaboración Propia

Se concluye que los coeficientes de determinación obtenidos mediante el cálculo manual $R^2 = 0,9916$ y el coeficiente de determinación obtenido mediante la aplicación de la herramienta de cálculo Excel $R^2 = 0,9917$ estos valores tienen la bondad de ajuste cercano a 1,00 entonces implica que la ecuación obtenida $y = 0,688x^2 - 17,768x - 114,6$ tiene confiabilidad y esta puede ser utilizada para predecir resultados de la otra variable.

En la siguiente tabla N° 123, se muestra los cálculos previos para determinar la confiabilidad de los datos obtenidos en laboratorio y empíricamente de la proporción 80% yeso - 20% cemento para el cálculo del coeficiente de determinación.

Tabla 123. Cálculos previos para hallar el coeficiente de determinación R^2 .

| No. | TIEMPO TRANSCURRIDO (min) "X" | PENETRACION DE LA AGUJA (mm) "Y" | \bar{Y} | Y' | $(Y' - \bar{Y})^2$ | $(Y - \bar{Y})^2$ |
|-----|-------------------------------------|--|------------------|----------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 4,50 | 40,00 | 14,27 | 41,69 | 751,43 | 661,80 |
| 2 | 5,00 | 35,67 | 14,27 | 36,60 | 498,43 | 457,62 |
| 3 | 5,50 | 32,33 | 14,27 | 31,84 | 308,72 | 326,12 |
| 4 | 6,00 | 30,00 | 14,27 | 27,42 | 172,84 | 247,29 |
| 5 | 6,50 | 24,00 | 14,27 | 23,33 | 81,99 | 94,59 |
| 6 | 7,00 | 20,67 | 14,27 | 19,57 | 28,03 | 40,86 |
| 7 | 7,50 | 17,67 | 14,27 | 16,14 | 3,48 | 11,51 |
| 8 | 8,00 | 12,33 | 14,27 | 13,04 | 1,52 | 3,77 |
| 9 | 8,50 | 9,67 | 14,27 | 10,28 | 15,98 | 21,23 |
| 10 | 9,00 | 6,00 | 14,27 | 7,84 | 41,36 | 68,47 |
| 11 | 9,50 | 3,67 | 14,27 | 5,74 | 72,82 | 112,53 |
| 12 | 10,00 | 3,33 | 14,27 | 3,97 | 106,18 | 119,71 |
| 13 | 10,50 | 2,67 | 14,27 | 2,53 | 137,91 | 134,74 |
| 14 | 11,00 | 2,33 | 14,27 | 1,42 | 165,16 | 142,59 |
| 15 | 11,50 | 1,33 | 14,27 | 0,65 | 185,70 | 167,47 |
| 16 | 12,00 | 1,00 | 14,27 | 0,20 | 198,01 | 176,21 |
| 17 | 13,00 | 0,00 | 14,27 | 0,31 | 195,04 | 203,76 |
| | PROMEDIO | 14,27 | SUMATORIA | 2964,60 | 2990,27 | |

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior se realizó los cálculos previos para la hallar el coeficiente de determinación R^2 .

$$R^2 = \frac{\sum(Y' - \bar{Y})^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2}$$

donde:

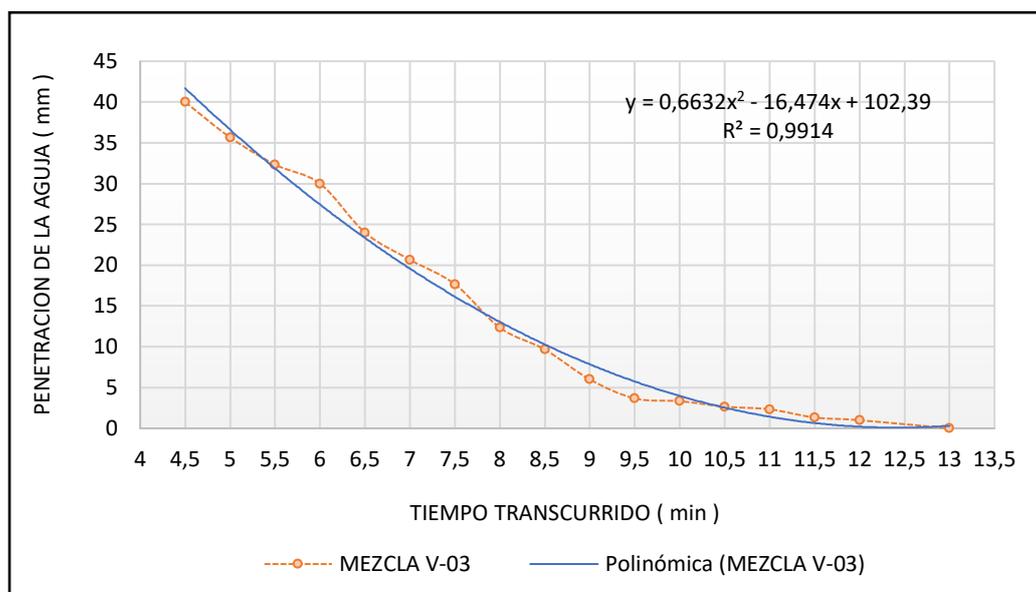
- ❖ \bar{Y} = promedio de la Penetración de la aguja de Vicat (mm). "variable dependiente".
- ❖ R^2 = coeficiente de determinación.
- ❖ Y' = Valor calculado por la ecuación.
- ❖ Y = Valor determinado en el laboratorio.

$$R^2 = \frac{\sum(Y' - \bar{Y})^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2} = \frac{2964,60}{2990,27} = 0,9914$$

$$R^2 = 0,9914$$

En la figura N°78 se muestra la función polinómica con ecuación $y = 0,6632x^2 - 16,747x + 102,39$ el coeficiente de determinación $R^2 = 0,9914$ determinado con la herramienta de cálculo Excel.

Figura 78. Representación gráfica del ajuste de los datos en la función polinómica.



Fuente: Elaboración Propia.

Se concluye que los coeficientes de determinación obtenidos mediante el cálculo manual $R^2 = 0,9914$ y el coeficiente de determinación obtenido mediante la aplicación de la herramienta de cálculo Excel $R^2 = 0,9914$ estos valores tienen la bondad de ajuste cercano

a 1,00 entonces implica que a ecuación obtenida $y = 0,6632x^2 - 16,747x + 102,39$ tiene confiabilidad y esta puede ser utilizado para predecir resultados de la otra variable.

En la siguiente tabla N° 124, se muestra los cálculos previos para determinar la confiabilidad de los datos obtenidos en laboratorio y empíricamente de la proporción 70% yeso - 30% cemento para el cálculo del coeficiente de determinación.

Tabla 124. Cálculos previos para hallar el coeficiente de determinación R^2 .

| No. | TIEMPO TRANSCURRIDO (min) "X" | PENETRACION DE LA AGUJA (mm) "Y" | \bar{Y} | Y' | $(Y' - \bar{Y})^2$ | $(Y - \bar{Y})^2$ |
|-----|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------|----------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 4,50 | 40,00 | 15,95 | 40,92 | 623,16 | 578,18 |
| 2 | 5,00 | 37,67 | 15,95 | 37,71 | 473,08 | 471,42 |
| 3 | 5,50 | 34,67 | 15,95 | 34,62 | 348,33 | 350,14 |
| 4 | 6,00 | 31,67 | 15,95 | 31,66 | 246,57 | 246,87 |
| 5 | 6,50 | 30,00 | 15,95 | 28,82 | 165,56 | 197,27 |
| 6 | 7,00 | 25,33 | 15,95 | 26,11 | 103,17 | 87,96 |
| 7 | 7,50 | 23,00 | 15,95 | 23,53 | 57,36 | 49,64 |
| 8 | 8,00 | 22,00 | 15,95 | 21,07 | 26,17 | 36,55 |
| 9 | 8,50 | 19,67 | 15,95 | 18,74 | 7,75 | 13,78 |
| 10 | 9,00 | 17,00 | 15,95 | 16,53 | 0,33 | 1,09 |
| 11 | 9,50 | 14,67 | 15,95 | 14,45 | 2,26 | 1,66 |
| 12 | 10,00 | 12,33 | 15,95 | 12,50 | 11,97 | 13,11 |
| 13 | 10,50 | 12,00 | 15,95 | 10,67 | 27,97 | 15,64 |
| 14 | 11,00 | 8,33 | 15,95 | 8,96 | 48,90 | 58,08 |
| 15 | 11,50 | 6,33 | 15,95 | 7,38 | 73,45 | 92,57 |
| 16 | 12,00 | 5,00 | 15,95 | 5,93 | 100,45 | 120,00 |
| 17 | 12,50 | 4,00 | 15,95 | 4,61 | 128,80 | 142,91 |
| 18 | 13,00 | 3,00 | 15,95 | 3,40 | 157,49 | 167,82 |
| 19 | 13,50 | 2,00 | 15,95 | 2,33 | 185,62 | 194,73 |
| 20 | 14,00 | 1,33 | 15,95 | 1,38 | 212,39 | 213,78 |
| 21 | 14,50 | 0,67 | 15,95 | 0,56 | 237,07 | 233,72 |
| 22 | 15,00 | 0,33 | 15,95 | 0,00 | 254,55 | 244,02 |
| | PROMEDIO | 15,95 | SUMATORIA | 3492,39 | 3530,95 | |

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla anterior se realizó los cálculos previos para la hallar el coeficiente de determinación R^2

$$R^2 = \frac{\sum(Y' - \bar{Y})^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2}$$

donde:

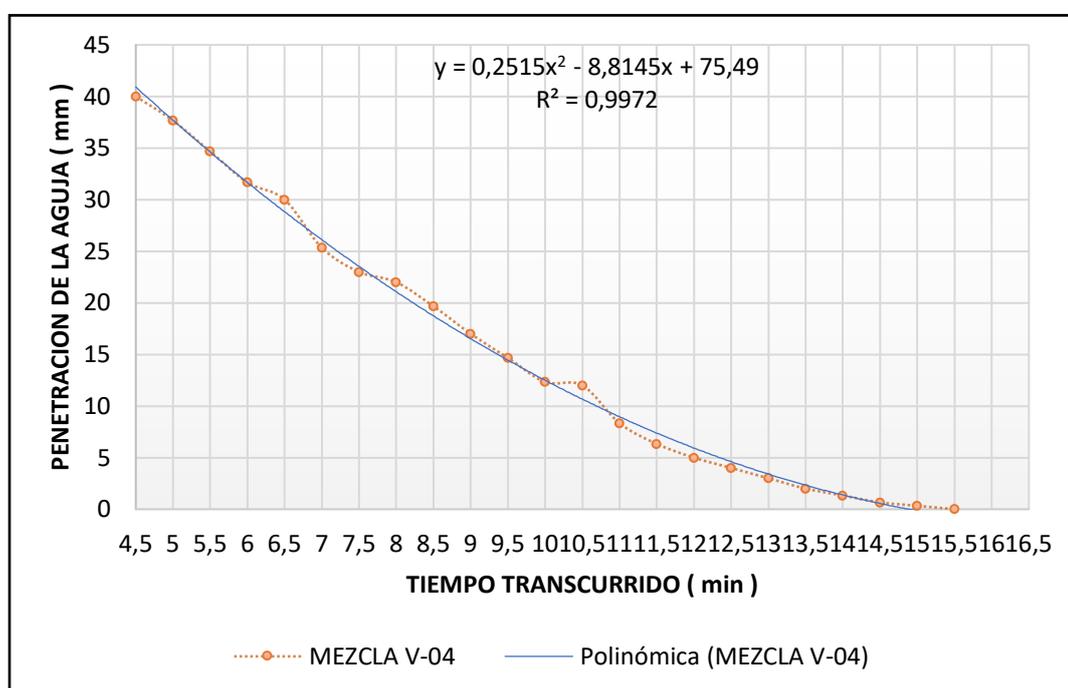
- ❖ \bar{Y} = promedio de la Penetración de la aguja de Vicat (mm). "variable dependiente".
- ❖ R^2 = coeficiente de determinación.
- ❖ Y' = Valor calculado por la ecuación.
- ❖ Y = Valor determinado en el laboratorio.

$$R^2 = \frac{\sum(Y' - \bar{Y})^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2} = \frac{3492,39}{3530,95} = 0,9891$$

$$R^2 = 0,9891$$

En la siguiente figura N°79, se muestra la función polinómica con ecuación $y = 0,2515x^2 - 8,8145x + 75,49$ y el coeficiente de determinación $R^2 = 0,9972$ determinado con la herramienta de cálculo Excel.

Figura 79. Representación gráfica del ajuste de los datos en la función polinómica.



Fuente: Elaboración Propia.

Se concluye que los coeficientes de determinación obtenidos mediante el cálculo manual $R^2 = 0,9891$ y el coeficiente de determinación obtenido mediante la aplicación de la herramienta de cálculo Excel $R^2 = 0,9972$ estos valores tienen la bondad de ajuste cercano a 1,00 entonces implica que la ecuación obtenida $y = 0,2515x^2 - 8,8145x + 75,49$ tiene confiabilidad y esta puede ser utilizada para predecir resultados de la otra variable.

En la siguiente tabla N° 125 y N° 126, se muestra los cálculos previos para determinar la confiabilidad de los datos obtenidos en laboratorio y empíricamente de la proporción 60% yeso - 40% cemento, para el cálculo del coeficiente de determinación.

Tabla 125. Cálculos previos para hallar el coeficiente de determinación R^2 . Parte A.

| No. | TIEMPO TRANSCURRIDO (min) "X" | PENETRACION DE LA AGUJA (mm) "Y" | \bar{Y} | Y' | $(Y' - \bar{Y})^2$ | $(Y - \bar{Y})^2$ |
|-----|-------------------------------------|--|-----------|-------|--------------------|-------------------|
| 1 | 6,00 | 39,67 | 13,60 | 40,04 | 698,70 | 679,31 |
| 2 | 6,50 | 38,00 | 13,60 | 36,42 | 520,56 | 595,21 |
| 3 | 7,00 | 34,33 | 13,60 | 33,36 | 390,42 | 429,74 |
| 4 | 7,50 | 33,00 | 13,60 | 30,75 | 293,92 | 376,24 |
| 5 | 8,00 | 30,00 | 13,60 | 28,49 | 221,53 | 268,86 |
| 6 | 8,50 | 29,00 | 13,60 | 26,52 | 166,73 | 237,06 |
| 7 | 9,00 | 28,00 | 13,60 | 24,78 | 124,97 | 207,27 |
| 8 | 9,50 | 27,00 | 13,60 | 23,25 | 92,99 | 179,47 |
| 9 | 10,00 | 24,33 | 13,60 | 21,88 | 68,47 | 115,14 |
| 10 | 10,50 | 22,00 | 13,60 | 20,65 | 49,67 | 70,51 |
| 11 | 11,00 | 21,67 | 13,60 | 19,55 | 35,31 | 65,02 |
| 12 | 11,50 | 20,00 | 13,60 | 18,54 | 24,41 | 40,92 |
| 13 | 12,00 | 19,00 | 13,60 | 17,63 | 16,24 | 29,13 |
| 14 | 12,50 | 17,00 | 13,60 | 16,80 | 10,23 | 11,54 |
| 15 | 13,00 | 14,67 | 13,60 | 16,04 | 5,94 | 1,13 |
| 16 | 14,00 | 13,33 | 13,60 | 14,69 | 1,19 | 0,07 |
| 17 | 15,00 | 12,33 | 13,60 | 13,54 | 0,00 | 1,61 |
| 18 | 16,00 | 11,33 | 13,60 | 12,55 | 1,12 | 5,15 |
| 19 | 17,00 | 11,33 | 13,60 | 11,68 | 3,70 | 5,15 |
| 20 | 18,00 | 10,33 | 13,60 | 10,91 | 7,23 | 10,69 |
| 21 | 19,00 | 9,33 | 13,60 | 10,24 | 11,32 | 18,23 |
| 22 | 20,00 | 9,33 | 13,60 | 9,64 | 15,74 | 18,23 |
| 23 | 21,00 | 8,67 | 13,60 | 9,10 | 20,32 | 24,37 |
| 24 | 22,00 | 8,00 | 13,60 | 8,61 | 24,95 | 31,40 |
| 25 | 23,00 | 8,00 | 13,60 | 8,17 | 29,55 | 31,40 |
| 26 | 24,00 | 8,00 | 13,60 | 7,77 | 34,07 | 31,40 |
| 27 | 25,00 | 7,00 | 13,60 | 7,40 | 38,48 | 43,60 |
| 28 | 26,00 | 7,00 | 13,60 | 7,06 | 42,75 | 43,60 |
| 29 | 27,00 | 6,00 | 13,60 | 6,76 | 46,88 | 57,81 |
| 30 | 28,00 | 6,00 | 13,60 | 6,47 | 50,86 | 57,81 |
| 31 | 29,00 | 5,33 | 13,60 | 6,21 | 54,68 | 68,39 |
| 32 | 30,00 | 4,67 | 13,60 | 5,96 | 58,35 | 79,86 |
| 33 | 35,00 | 4,33 | 13,60 | 4,97 | 74,53 | 85,93 |
| 34 | 40,00 | 4,00 | 13,60 | 4,24 | 87,60 | 92,22 |
| 35 | 45,00 | 3,67 | 13,60 | 3,69 | 98,23 | 98,73 |
| 36 | 50,00 | 3,33 | 13,60 | 3,26 | 107,00 | 105,47 |
| 37 | 55,00 | 3,33 | 13,60 | 2,91 | 114,31 | 105,47 |

Tabla 126. Cálculos previos para hallar el coeficiente de determinación R^2 . Parte B.

| No. | TIEMPO TRANSCURRIDO (min) "X" | PENETRACION DE LA AGUJA (mm) "Y" | \bar{Y} | γ' | $(Y' - \bar{Y})^2$ | $(Y - \bar{Y})^2$ |
|-----|-------------------------------------|--|------------------|-----------|--------------------|-------------------|
| 38 | 60,00 | 2,67 | 13,60 | 2,63 | 120,48 | 119,61 |
| 39 | 75,00 | 2,00 | 13,60 | 2,02 | 134,23 | 134,63 |
| 40 | 90,00 | 2,00 | 13,60 | 1,63 | 143,45 | 134,63 |
| 41 | 120,00 | 1,33 | 13,60 | 1,16 | 154,91 | 150,55 |
| 42 | 150,00 | 1,00 | 13,60 | 0,89 | 161,66 | 158,84 |
| | PROMEDIO | 13,60 | SUMATORIA | | 4357,67 | 5021,39 |

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla anterior se realizó los cálculos previos para la hallar el coeficiente de determinación R^2 .

$$R^2 = \frac{\sum(Y' - \bar{Y})^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2}$$

donde:

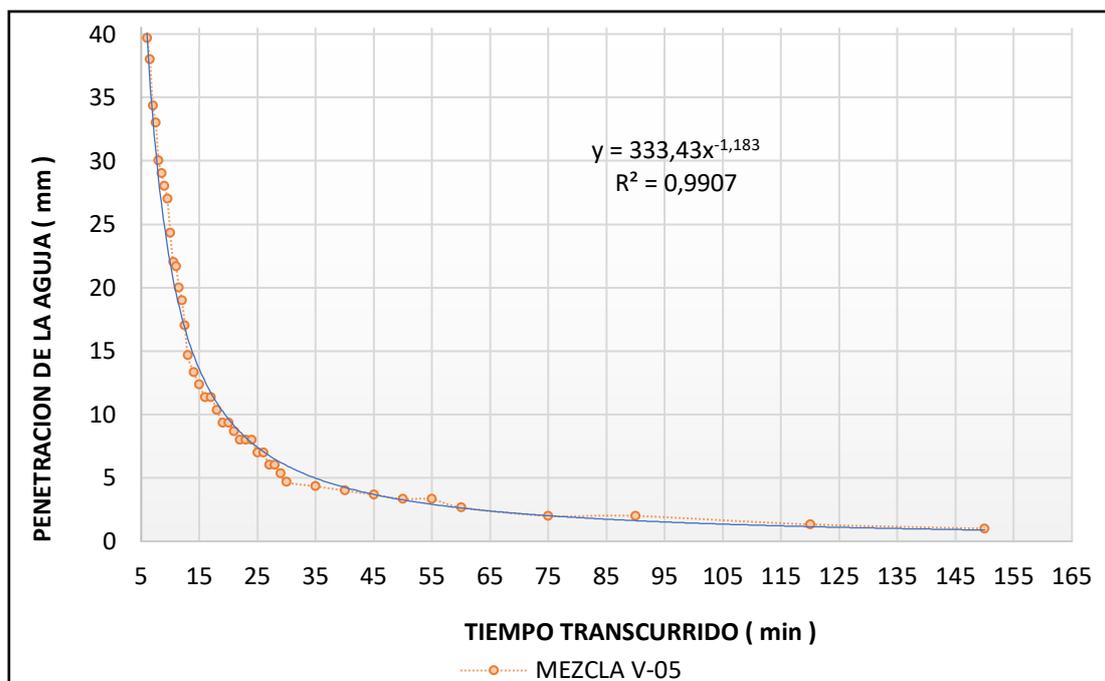
- ❖ \bar{Y} = promedio de la Penetración de la aguja de Vicat(mm). "variable dependiente".
- ❖ R^2 = coeficiente de determinacion.
- ❖ Y' = Valor calculado por la ecuación.
- ❖ Y = Valor determinado en el laboratorio.

$$R^2 = \frac{\sum(Y' - \bar{Y})^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2} = \frac{4357,67}{5021,39} = \mathbf{0,8678}$$

$$R^2 = \mathbf{0,8678}$$

En la siguiente figura N° 80, se muestra la función exponencial con ecuación $y = 333,43X^{-1,183}$ y el coeficiente de determinación $R^2 = 0,9907$, determinado con la herramienta de cálculo Excel.

Figura 80. Representación gráfica del ajuste de los datos a la función potencial.



Fuente: Elaboración Propia.

Se concluye que el coeficiente de determinación obtenido mediante el cálculo manual es $R^2 = 0,8678$ y el coeficiente de determinación obtenido mediante la aplicación de la herramienta de cálculo Excel es $R^2 = 0,9907$. Estos coeficientes de determinación difieren en $0,1289$, esto indica que los datos obtenidos en laboratorio están dispersos respecto a la línea de ajuste obtenido por la herramienta Excel. Entonces también se verifica que ambos coeficientes determinados son mayores a 0.85 de acuerdo a la bondad de ajuste, entonces implica que a ecuación obtenida $y = 333,43X^{-1,183}$, tiene confiabilidad y esta puede ser utilizado para predecir resultados de la otra variable.

En la siguiente tabla N° 127, se muestra los cálculos previos para determinar la confiabilidad de los datos obtenidos en laboratorio y empíricamente de la proporción 50% yeso - 50% cemento para el cálculo del coeficiente de determinación.

Tabla 127. Cálculos previos para hallar el coeficiente de determinación R^2 .

| No. | TIEMPO TRANSCURRIDO (min) "X" | PENETRACION DE LA AGUJA (mm) "Y" | \bar{Y} | Y' | $(Y' - \bar{Y})^2$ | $(Y - \bar{Y})^2$ |
|-----|-------------------------------------|--|------------------|----------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 7,00 | 40,00 | 16,40 | 43,13 | 714,48 | 556,74 |
| 2 | 7,50 | 39,00 | 16,40 | 40,18 | 565,18 | 510,54 |
| 3 | 8,00 | 37,67 | 16,40 | 37,60 | 449,10 | 452,07 |
| 4 | 8,50 | 34,00 | 16,40 | 35,32 | 357,90 | 309,59 |
| 5 | 9,00 | 34,00 | 16,40 | 33,31 | 285,63 | 309,59 |
| 6 | 9,50 | 31,67 | 16,40 | 31,50 | 227,96 | 232,93 |
| 7 | 10,00 | 30,67 | 16,40 | 29,88 | 181,67 | 203,40 |
| 8 | 10,50 | 30,00 | 16,40 | 28,42 | 144,37 | 184,83 |
| 9 | 11,00 | 29,33 | 16,40 | 27,09 | 114,21 | 167,15 |
| 10 | 11,50 | 26,67 | 16,40 | 25,88 | 89,79 | 105,31 |
| 11 | 12,00 | 24,33 | 16,40 | 24,77 | 70,00 | 62,86 |
| 12 | 12,50 | 23,00 | 16,40 | 23,75 | 53,99 | 43,50 |
| 13 | 13,00 | 21,33 | 16,40 | 22,81 | 41,07 | 24,29 |
| 14 | 14,00 | 21,00 | 16,40 | 21,14 | 22,40 | 21,12 |
| 15 | 15,00 | 20,33 | 16,40 | 19,69 | 10,79 | 15,43 |
| 16 | 16,00 | 18,67 | 16,40 | 18,42 | 4,08 | 5,12 |
| 17 | 17,00 | 17,67 | 16,40 | 17,31 | 0,82 | 1,59 |
| 18 | 18,00 | 16,33 | 16,40 | 16,32 | 0,01 | 0,01 |
| 19 | 19,00 | 13,67 | 16,40 | 15,44 | 0,93 | 7,50 |
| 20 | 20,00 | 13,33 | 16,40 | 14,64 | 3,10 | 9,43 |
| 21 | 21,00 | 13,00 | 16,40 | 13,93 | 6,14 | 11,59 |
| 22 | 22,00 | 12,00 | 16,40 | 13,28 | 9,79 | 19,40 |
| 23 | 23,00 | 12,00 | 16,40 | 12,68 | 13,85 | 19,40 |
| 24 | 24,00 | 11,33 | 16,40 | 12,14 | 18,19 | 25,72 |
| 25 | 25,00 | 11,00 | 16,40 | 11,64 | 22,70 | 29,21 |
| 26 | 26,00 | 10,33 | 16,40 | 11,18 | 27,30 | 36,86 |
| 27 | 27,00 | 10,33 | 16,40 | 10,75 | 31,93 | 36,86 |
| 28 | 28,00 | 10,00 | 16,40 | 10,36 | 36,56 | 41,02 |
| 29 | 29,00 | 9,67 | 16,40 | 9,99 | 41,13 | 45,40 |
| 30 | 30,00 | 9,00 | 16,40 | 9,65 | 45,64 | 54,83 |
| 31 | 35,00 | 9,00 | 16,40 | 8,23 | 66,77 | 54,83 |
| 32 | 40,00 | 8,00 | 16,40 | 7,18 | 85,16 | 70,64 |
| 33 | 45,00 | 8,00 | 16,40 | 6,36 | 100,95 | 70,64 |
| 34 | 50,00 | 7,33 | 16,40 | 5,70 | 114,50 | 82,29 |
| 35 | 55,00 | 7,00 | 16,40 | 5,17 | 126,19 | 88,45 |
| 36 | 60,00 | 5,67 | 16,40 | 4,73 | 136,34 | 115,31 |
| 37 | 75,00 | 5,00 | 16,40 | 3,76 | 159,93 | 130,07 |
| 38 | 90,00 | 2,67 | 16,40 | 3,12 | 176,61 | 188,74 |
| 39 | 120,00 | 2,33 | 16,40 | 2,32 | 198,46 | 198,01 |
| 40 | 150,00 | 1,67 | 16,40 | 1,84 | 212,08 | 217,21 |
| 41 | 180,00 | 1,00 | 16,40 | 1,53 | 221,36 | 237,31 |
| 42 | 210,00 | 0,00 | 16,40 | 1,30 | 228,07 | 269,12 |
| | PROMEDIO | 16,40 | SUMATORIA | 5417,15 | 5265,90 | |

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla N° 127 anterior se realizó los cálculos previos para la hallar el coeficiente de determinación R^2 .

$$R^2 = \frac{\sum(Y' - \bar{Y})^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2}$$

donde:

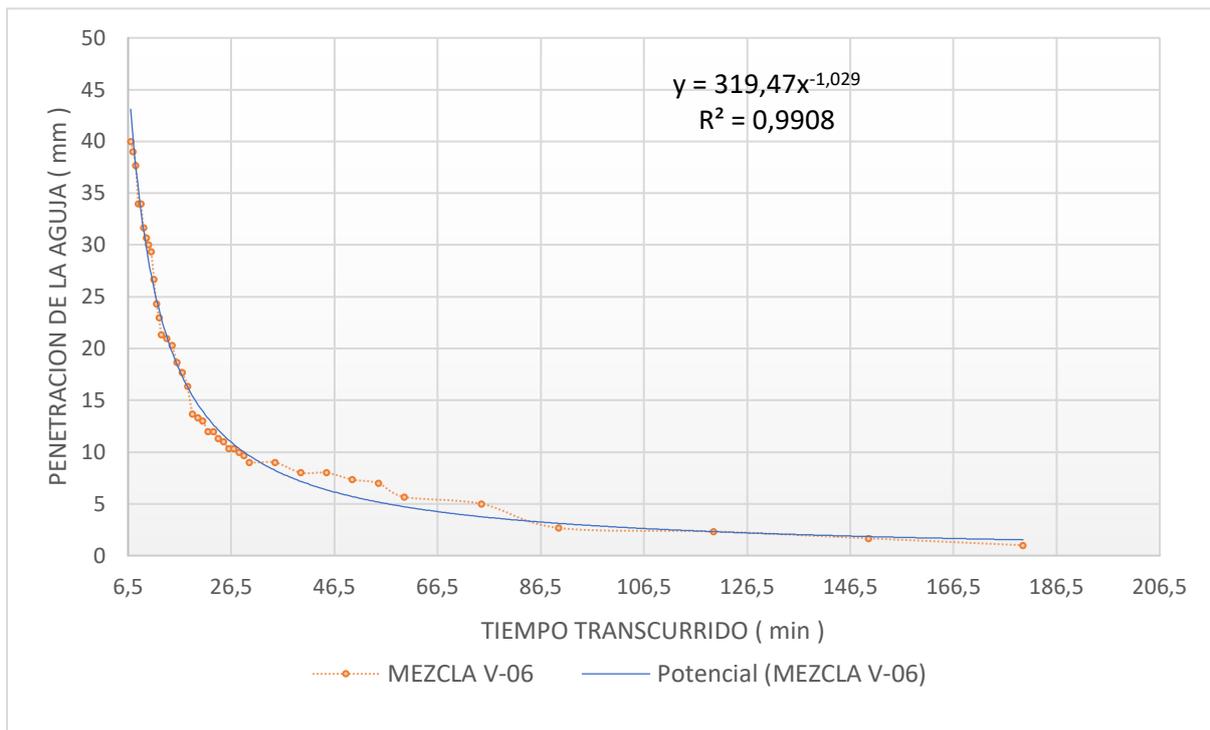
- ❖ \bar{Y} = promedio de la Penetración de la aguja de Vicat(mm). "variable dependiente".
- ❖ R^2 = coeficiente de determinación.
- ❖ Y' = Valor calculado por la ecuación.
- ❖ Y = Valor determinado en el laboratorio.

$$R^2 = \frac{\sum(Y' - \bar{Y})^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2} = \frac{5417,08}{5265,07} = 1,029$$

$$R^2 = 1,029$$

En la siguiente figura N° 81, se muestra la función exponencial con ecuación $y = 319,47X^{-1,029}$ y el coeficiente de determinación $R^2 = 0,9908$ determinado con la herramienta de cálculo Excel.

Figura 81. Representación gráfica del ajuste de los datos a la función potencial.



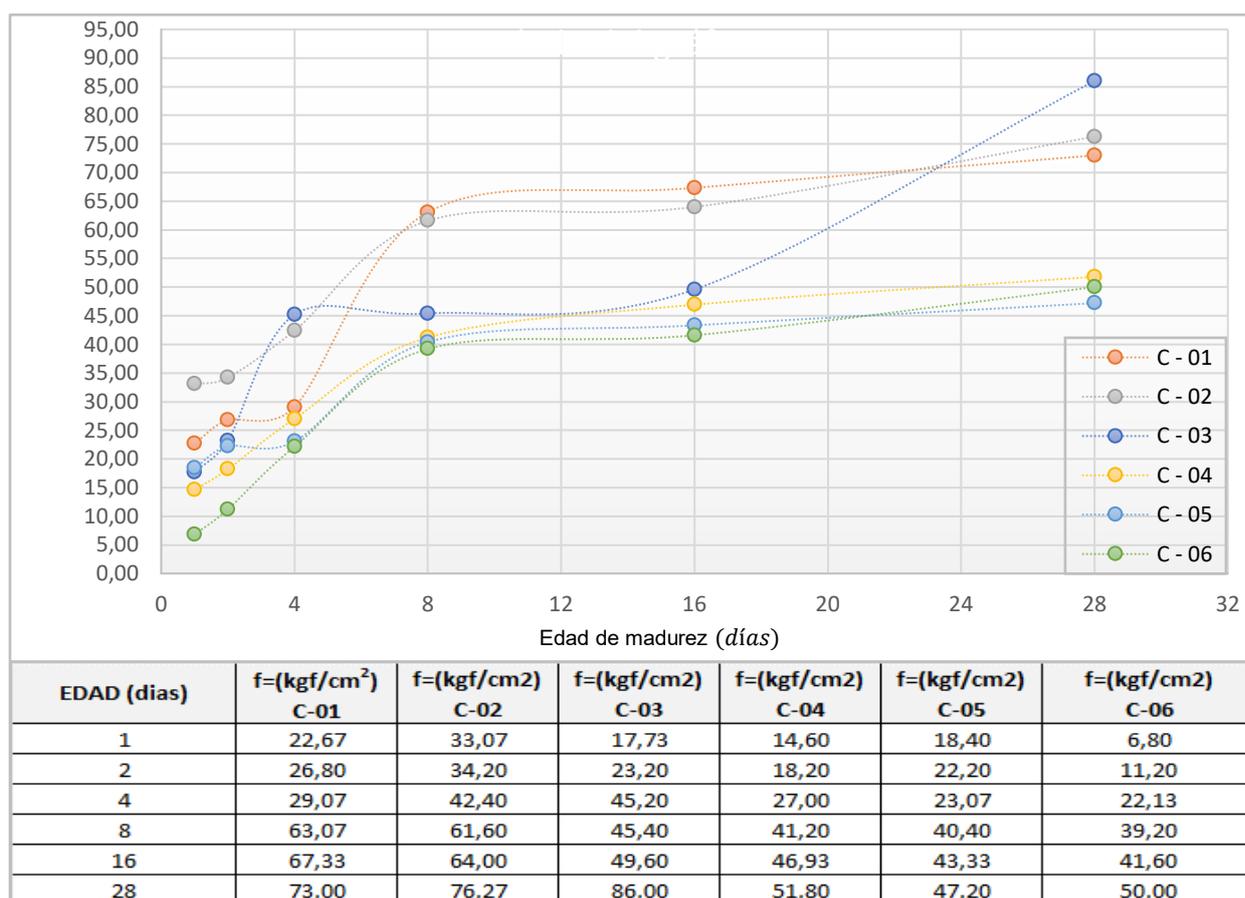
Fuente: Elaboración Propia.

Se concluye que el coeficiente de determinación obtenido mediante el cálculo manual $R^2 = 1,031$ es mayor a la unidad porque los datos obtenidos en laboratorio se encuentran dispersos dado que la varianza de los datos calculados en laboratorio es más dispersa que los datos empíricamente. Por otro lado, se observa que el coeficiente de determinación obtenido mediante la aplicación de la herramienta de cálculo Excel $R^2 = 0,9908$ este valor se aproxima a la unidad y además se observa gráficamente que tiene un mejor ajuste a los datos calculados a en el laboratorio. Por consiguiente, implica que a ecuación obtenida $y = 319,47X^{-1,029}$ tiene confiabilidad y esta puede ser utilizado para predecir resultados de la otra variable.

6.2.3 Análisis de la evolución de la resistencia a compresión simple.

En la figura N° 82, se muestra la evolución de las resistencias a compresión simple de las briquetas cúbicas L= 5 cm de proporciones 100% yeso - 0% cemento, 90% yeso - 10% cemento, 80% yeso - 20% cemento, 70% yeso - 30% cemento, 60% yeso - 40% cemento y 50% yeso - 50% cemento. Así mismo las resistencias se controlaron durante un periodo de 28 días.

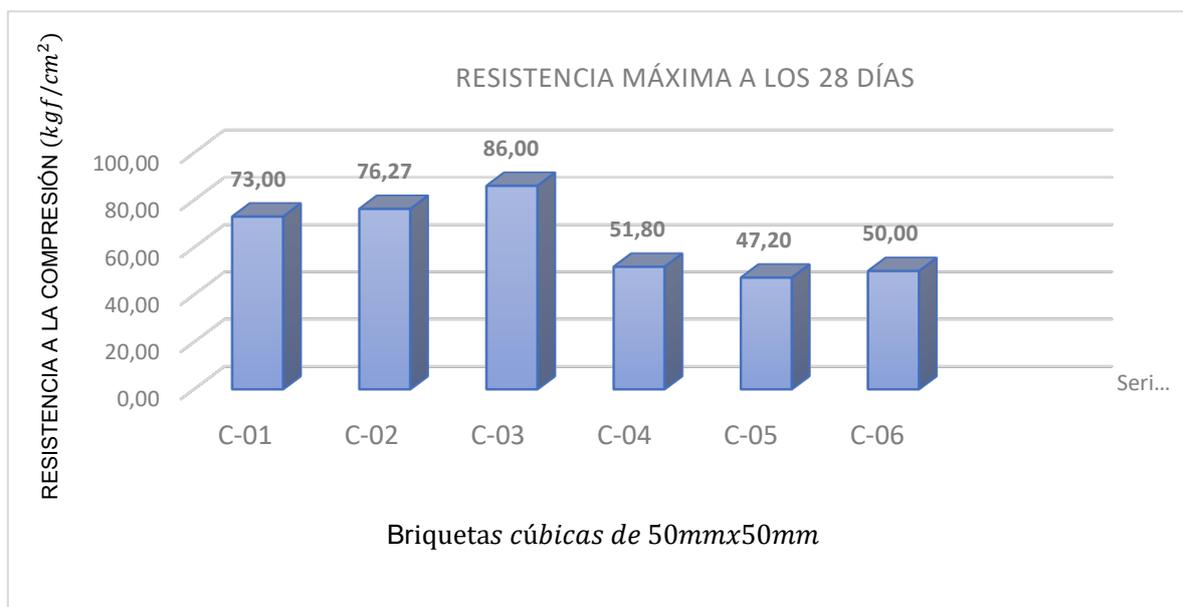
Figura 82. Visualización del comportamiento de la resistencia a compresión en las edades de 2,4,8,16 y 28 días:



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N°83, se tiene el resultado final alcanzado de las resistencias a compresión simple a los 28 días de las briquetas cúbicas L=5cm de proporciones 100% yeso - 0% cemento, 90% yeso - 10% cemento, 80% yeso - 20% cemento, 70% yeso - 30% cemento, 60% yeso - 40% cemento y 50% yeso - 50% cemento.

Figura 83. Resistencia alcanzada a los 28 días de las briquetas cúbicas L=5cm



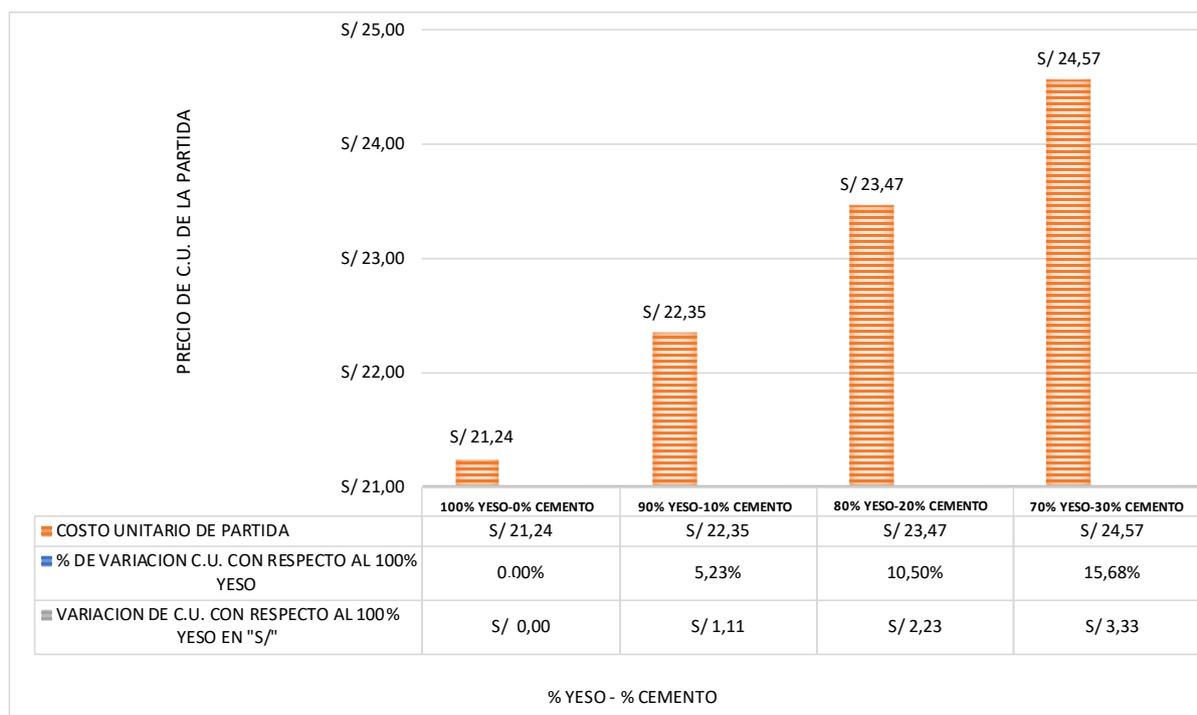
Fuente: Elaboración Propia.

- ❖ De la figura N° 83, se concluye que todas las briquetas cúbicas L= 5 cm, de proporciones 100% yeso - 0% cemento, 90% yeso - 10% cemento, 80% yeso - 20% cemento, 70% yeso - 30% cemento, 60% yeso - 40% cemento y 50% yeso - 50% cemento. Tienen un comportamiento similar en la evolución de las resistencias a compresión simple.
- ❖ De la figura N°83, se concluye que la mayor resistencia a compresión simple a los 28 días, se tiene en las briquetas cúbicas L= 5 cm de proporción 80% yeso - 20% cemento.

6.2.4 Análisis de la variación del costo por metro cuadrado en pared y cielo raso.

En la figura N°84, se muestra la variación del costo unitario de enlucido de yeso-cemento sobre muros de ladrillo en las proporciones que tienen similar tiempo de fraguado inicial, final y mayor resistencia a la compresión que el yeso patrón.

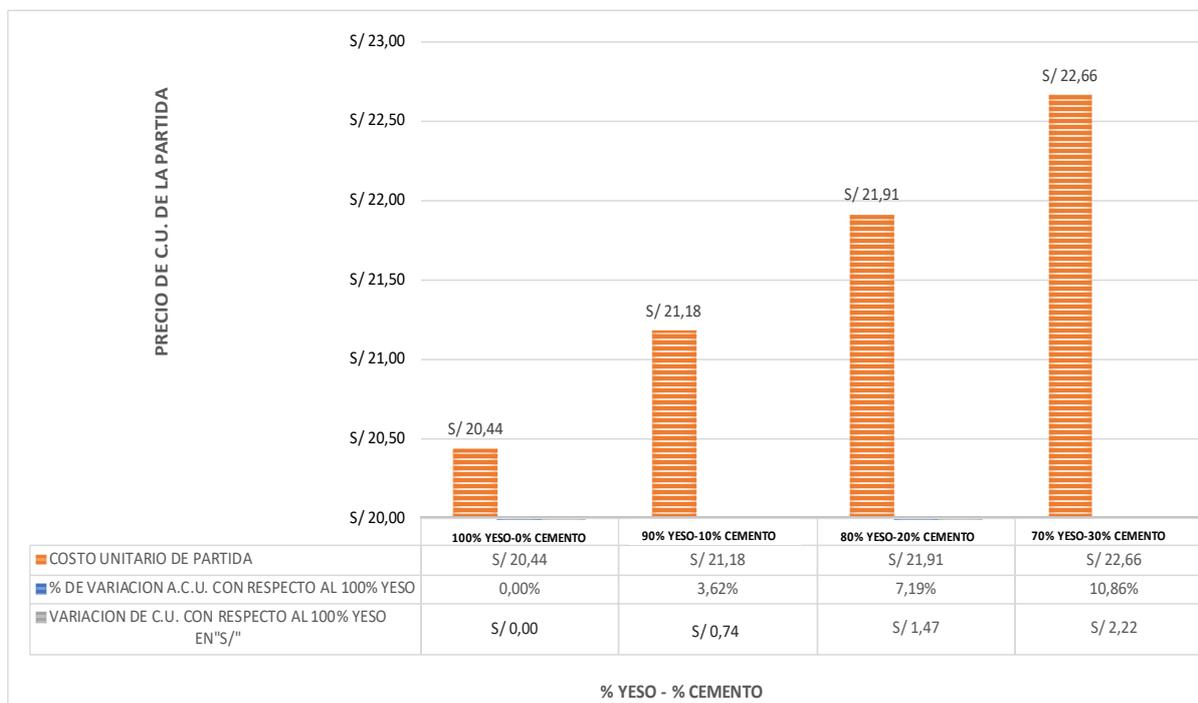
Figura 84. Variación del costo unitario por m² en enlucidos sobre pared de albañilería e=1,5cm



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N°85, se muestra la variación del costo unitario de enlucido de yeso-cemento sobre cielo raso en las proporciones que tienen similar tiempo de fraguado inicial, final y mayor resistencia a la compresión que el yeso patrón.

Figura 85. Variación del costo unitario por m² en enlucidos sobre cielo raso e=1cm



Fuente: Elaboración Propia.

De las figuras N°84 y N°85, se observa que el costo unitario aumenta proporcionalmente con el porcentaje de adición de cemento. Es decir, a mayor adición de cemento, mayor es el costo.

CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

7.1.1 Conclusión general

Se logró alcanzar el objetivo general, que consiste en determinar experimentalmente la mejor mezcla yeso con cemento, evaluando la relación agua / polvo, los tiempos de fraguado, la resistencia a la compresión y al análisis de costo unitario por m^2 de pared y cielo raso en comparación con la proporción 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón) para enlucidos interiores en la ciudad del Cusco 2023.

Por lo tanto, se ha podido demostrar la hipótesis general N°1, que afirma; será la mezcla yeso con cemento de proporción 80% yeso – 20% cemento que tiene mayor resistencia a la compresión, similar tiempo de fraguado en comparación a la proporción 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón) para enlucidos interiores en la ciudad del Cusco 2023. Esta resulta ser verdadera debido a que se obtuvo la mayor resistencia a compresión $f = 86,00 \frac{kgf}{cm^2}$ y se registró similar tiempo de tiempo de fraguado inicial y final, con respecto al yeso patrón.

7.1.2 Conclusión específica

Conclusión específica N° 1: Se logró alcanzar el objetivo específico N°1 que indica, determinar la relación agua / polvo de las mezclas 100% yeso – 0% cemento, 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento y 50% yeso – 50%. Para lo cual se usó el método de la medida de la fluidez de la pasta, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla N°13 donde se presenta los resultados del ensayo de fluidez de la pasta relación agua/(yeso-cemento) y el gráfico que representa en la figura N°75 que representa el análisis de la relación agua / (yeso-cemento).

Por lo tanto, se ha podido demostrar la hipótesis específica N°1, que afirma que el valor de la relación agua / polvo incrementan en las mezclas de 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento y 50% yeso – 50% cemento incrementa en comparación a la relación agua / polvo de la mezcla 100% yeso – 0% cemento. Esta resulta ser verdadera debido a que la relación agua / (yeso – cemento) incrementa linealmente para todas las mezclas.

Conclusión específica N° 2: Se logró alcanzar el objetivo específico N°2, que consiste determinar los tiempos de fraguado inicial y final de las mezclas 100% yeso – 0% cemento, 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento y 50% yeso – 50%. Para ello se utilizó el método de la aguja de Vicat, los resultados obtenidos se muestran en la tabla N° 82 y N° 83 que nos indica el resumen general

de resultados del tiempo de fraguado Inicial y final para cada espécimen, y se muestra las gráficas para el tiempo de fragua inicial y final en las figuras N°61 y N°62, presentando los gráficos del tiempo fraguado inicial y final para cada espécimen determinado por el aparato de aguja de Vicat.

Por lo tanto, se ha podido demostrar la hipótesis específica N°2 que afirma que la mezcla 80% yeso – 20% cemento muestra tiempo de fraguado inicial y final similares a los de la mezcla 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón). Esta resulta ser verdadera ya que el tiempo de fraguado de esta proporción es similar con respecto a la proporción 100% yeso – 0% cemento como se muestra en la figura N°61 y N°62.

Conclusión específica N° 3: Se logró alcanzar el objetivo específico N°3 que consiste en determinar la resistencia a la compresión de las mezclas 100% yeso – 0% cemento, 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento y 50% yeso – 50%. Los resultados que se obtuvieron se muestran en Tabla N° 106 y N° 107 datos para el análisis de las resistencias a compresión simple de los especímenes y se muestran las gráficas en la figura N°82, Visualización del comportamiento de la resistencia a compresión en las edades de 2,4,8,16 y 28 días, y en la tabla 111, “Análisis de las resistencias a compresión simple de los especímenes”.

Por lo tanto, se ha podido demostrar la hipótesis específica N°3 que afirma que la mezcla 80% yeso – 20% cemento tiene mayor resistencia a la compresión en comparación con la mezcla 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón), lo cual resulta verdadera, ya que la mayor resistencia a compresión se obtuvo de la mezcla 80% yeso – 20% cemento con respecto al patrón 100% yeso – 0% cemento como se muestra en la figura N° 83, “Resistencia alcanzada a los 28 días de las briquetas cúbicas L=5cm”.

Conclusión específica N° 4: Se logró alcanzar el objetivo específico N°4 que consiste determinar el análisis de costo unitario por m^2 de enlucido interior de pared y cielo raso para las mezclas yeso - cemento que muestran tiempos de fraguado similares y mayor resistencia a la compresión en comparación con la mezcla 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón). Los resultados que se obtuvieron se muestran en las tablas N°112, N°113, N°114, N°115, N°116, N°117, N°118 y N°119, análisis de precio unitarios para enlucido interiores, en la figura N°84, Variación del costo unitario por m^2 en enlucidos sobre pared de albañilería e=1.5cm y en la figura N°85, “Variación del costo unitario por m^2 en enlucidos sobre cielo raso e=1cm”.

Por lo tanto, se ha podido demostrar la hipótesis específica N°4 que afirma que el costo unitario por m^2 de enlucido interior de pared y cielo raso aumenta en las mezclas de yeso-cemento que muestran tiempos de fraguado similares y mayor resistencia a la compresión en comparación con la mezcla 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón). Lo cual

resulta verdadera, ya que se determinó las proporciones que presentan similares propiedades en tiempo de fraguado y resistencia a la compresión como: la mezcla 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30%. Asimismo, se verifica que estas proporciones incrementa el ACU de enlucidos interiores con respecto a la mezcla 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón).

7.2 Recomendaciones

Recomendación N°1

Se recomienda de suma importancia controlar los tiempos en cada etapa del procedimiento establecido por la norma EN 13279-2:2014 para determinar la relación agua / (yeso - cemento) mediante el método de medición de la fluidez de la pasta, ya que este valor es fundamental como punto de partida para obtener una mezcla óptima de yeso con cemento.

Recomendación N°2

Cumplir con la normativa vigente; es crucial para garantizar que los resultados de los ensayos sean reconocidos y aceptados tanto por las autoridades reguladoras como por las partes interesadas. La presencia de personal capacitado en la realización de ensayos es fundamental, ya que contribuye significativamente a mejorar la precisión y la fiabilidad de los resultados obtenidos.

Recomendación N°3

El control estricto de la fecha de producción y vencimiento del yeso y del cemento es fundamental para asegurar la calidad del material, dado que con el tiempo pueden alterarse. Además, es crucial para garantizar la seguridad, ya que el uso de materiales vencidos puede implicar riesgos como la disminución de la resistencia y durabilidad de las estructuras.

Recomendación N°4

Es fundamental disponer de una escala salarial actualizada para llevar a cabo un análisis de precios unitarios preciso, en las partidas de enlucidos interiores en la ciudad del Cusco. Del mismo modo es recomendable realizar un estudio real del rendimiento de mano de obra para los trabajos de enlucidos interiores en la ciudad del Cusco.

7.3 Implicancias para futuras investigaciones

Esta es la primera investigación en el Cusco – Perú relacionado al estudio de la mezcla yeso – cemento en las proporciones 100% yeso – 0% cemento; 90% yeso – 10% cemento; 80% yeso – 20% cemento; 70% yeso – 30% cemento; 60% yeso – 40% cemento; 50% yeso – 50% cemento, abriendo temas de investigación a estas nuevas mezclas de yeso con cemento y así obtener mejores materiales para la aplicación en la construcción.

A continuación, se sugieren temas a investigar, temas que están relacionadas con la presente tesis.

1. Análisis comparativo como material de pega entre la mezcla yeso – cemento con el pegamento CHEMAYOLIC, con fines de enchapados.
2. Determinación de la relación agua / (yeso – cemento) de las proporciones 40%yeso - 60%cemento; 30%yeso - 70%cemento; 20%yeso - 80%cemento; 10%yeso - 90%cemento, con fines de material de pega.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Dirección General de Desarrollo Minero. (2015). Estudio de la Cadena Productiva del Yeso. *Secretaría de Economía*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/51924/cp_yeso.pdf
- Matos, C. J. G., & Navarro, A. (2016). *Estudio del Yeso Tradicional y sus Aplicaciones en la Arquitectura del Pallars Sobirà*. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/88199/Mem%C3%B2ria_GarciaCandy%20Josefina.pdf?sequence=1
- MTC E 609. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- Muñoz Cuenca, T. F. (2017). *Diseño de mezclas yeso-cemento para fraguado a baja temperatura mediante análisis de varianza*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13512>
- Ñaupas Paitán, H., Mejía Mejía, E., Novoa Ramírez, E., & Villagómez Páucar, A. (2013). *Metodología de la Investigación Científica y Asesoramiento de Tesis* (CEPREDIN, Ed)
- Dirección de Normalización – INACAL. (2019). *Determinación del tiempo de fraguado del cemento hidráulico utilizando la aguja de Vicat*. (NTP 334.006.)
- Dirección de Normalización – INACAL. (2022). *Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado*. (NTP 334.051). www.indecopi.gob.pe
- Roldán Latorre, W. L. (2011). *Materiales puzolánicos para uso en conglomerantes especiales basados en yeso*. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/10077>
- Sanz Arauz, D. (2009). *Análisis del yeso empleado en revestimientos exteriores mediante técnicas geológicas*.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (2014). *Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción* (norma UNE-EN-13279-2).
- Villarino Otero, A. (2009). *El Yeso*. 34–42. <https://docplayer.es/3002058-Ingenieria-tecnica-de-obras-publicas-3-el-yeso.html>
- Zapata Mar, A. (2016). *I.-Introducción-El Concreto-Enfoque Global*.
- Abanto, F. (2009). *Tecnología del concreto*. 15-19. San Marcos.
- Mileto, C., Vegas, F., García, S., Gómez, J., García A. (2018). *Maestros del Yeso*. INTBAU UK
- Carrillo, E. (2022). *Estudio Comparativo de Resistencia a la Compresión entre los Yesos Tipo IV GC FUJIROCK EP-PREMIUM, ZHERMACK ELITE ROCK, KULZER MOLDASTONE*. Repositorio institucional DGBSDI-UAQ.

Mendenhall W., Beaver R., Beaver B. (2006). Introducción a la Probabilidad y Estadística.

<http://latinoamerica.cengage.com>

Asociación técnica empresarial del yeso. (2023). Manual de ejecución- revestimiento con yeso.

ESCUELA MILITAR DE INGENIERIA E.M.I. - CBBA. CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS Y EDIFICIOS. CAP II, OBRA FINA.

Hernández Cruz, L. (2012). Estudio de la absorción de agua en moldes, con diferente composición de yeso y yeso-cemento, para el vaciado de suspensiones. Centro De Investigaciones En Optica A.C, 5.

Garcia Matos, C., Navarro, A., & Ramirez Casas, J. (2016). *Estudio Del Yeso Tradicional Y Sus Aplicaciones*. Barcelona: Universitat Politecnica De Catalunya.

Torres C y Vera G. (2022). Estudio comparativo de la resistencia a la compresión Empleando briquetas cilíndricas de 15cm x 30cm y cubicas de 15cm y 20 cm de arista, para concretos $f_c = 210, 280$ y 350 kg/cm^2 Elaborados con agregado grueso de la cantera de vicho y Agregado fino de la cantera de Cunyac, Cusco - 2019" [Tesis de pre grado, UNSAAC].

<http://hdl.handle.net/20.500.12918/6662>

Cámara Peruana de Construcción (CAPECO). (2018). Análisis de Precios Unitarios en Edificaciones. <https://es.scribd.com/document/700662095/Libro-de-Capeco-2018-1>

Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM). (2023). Método de prueba estándar para Resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico (utilizando Muestras cúbicas de 50 mm [2 pulg.]) (ASTM-C109).

Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM). (2020). Métodos de prueba estándar para pruebas físicas de yeso, revoques de yeso y concreto de yeso. (ASTM-C472).

<https://dx.doi.org/10.1520/C0472-20>

Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM). (2022). Especificación estándar para Cemento Portland (ASTM-C150). https://www.astm.org/c0150_c0150m-22.html

CCorahua E (2016). estudio del rendimiento y productividad de la mano de obra en las partidas de asentado del muro de ladrillo, enlucido de cielo raso con yeso y tarrajeo de muros en la construcción del condominio residencial torre del sol" [Tesis de pre grado, UAC].

<https://hdl.handle.net/20.500.12557/351>

APÉNDICE Y ANEXOS

1. Panel fotográfico

Almacén de tesis

En este lugar se almacena: El yeso, cemento y todos los especímenes realizados en el laboratorio.

Figura 86. Exterior del almacén



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 87. Interior de almacén



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 88. Tesista Holguer Huaraka Mendoza



Fuente: Elaboración Propia.

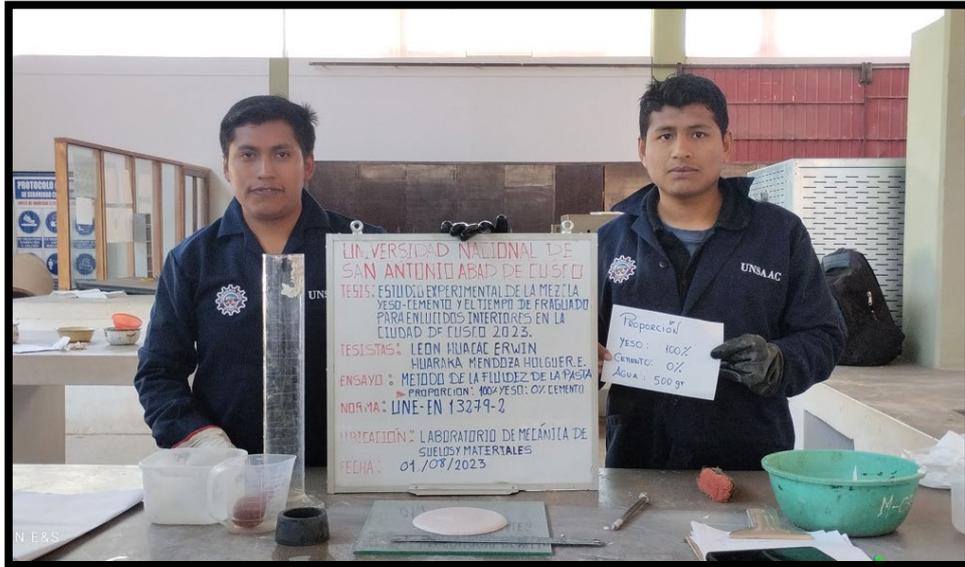
Figura 89. Tesista Erwin Leon Huacac



Fuente: Elaboración Propia.

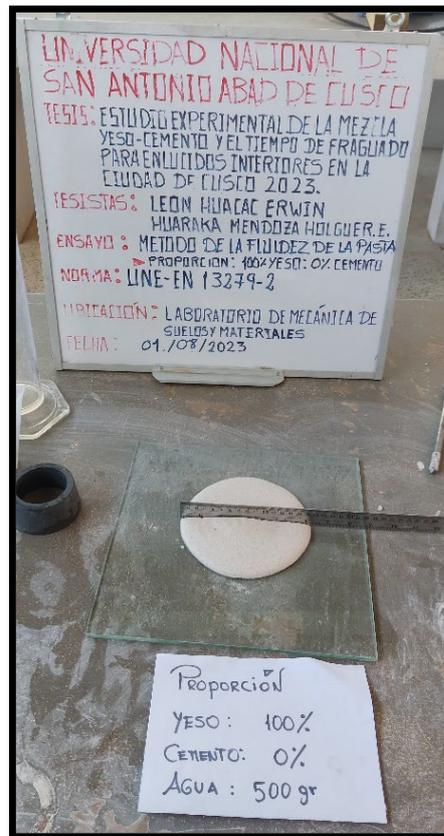
Metodo de la fluidez de la pasta

Figura 90. Inicio de la realización de la fluidez de la pasta 100% yeso - 0% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 91. Elaboración de la galleta de la proporción 100% yeso - 0% cemento



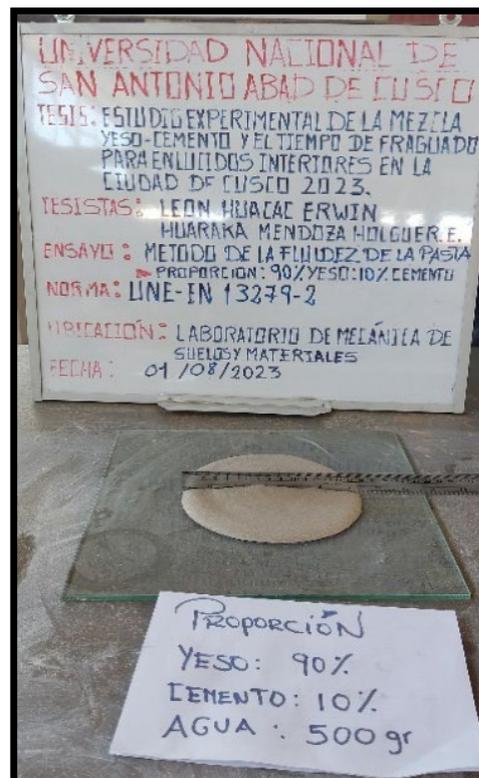
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 92. Medición de la cantidad de agua en gramos= 500g de agua



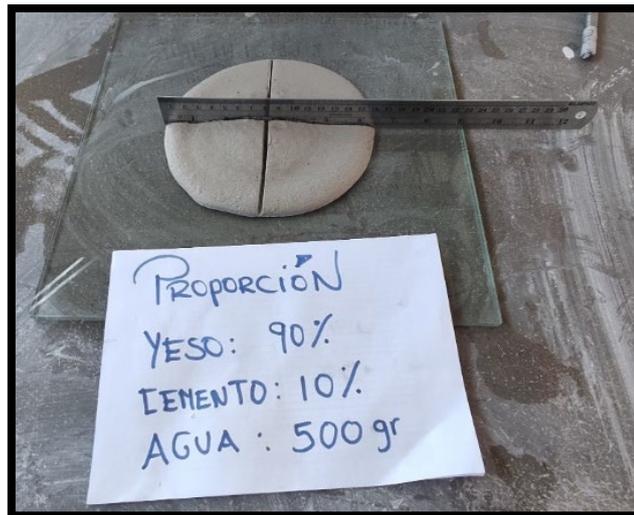
Fuente 5: Elaboración Propia.

Figura 93. Realización de la galleta para la proporción 90% yeso - 10% cemento



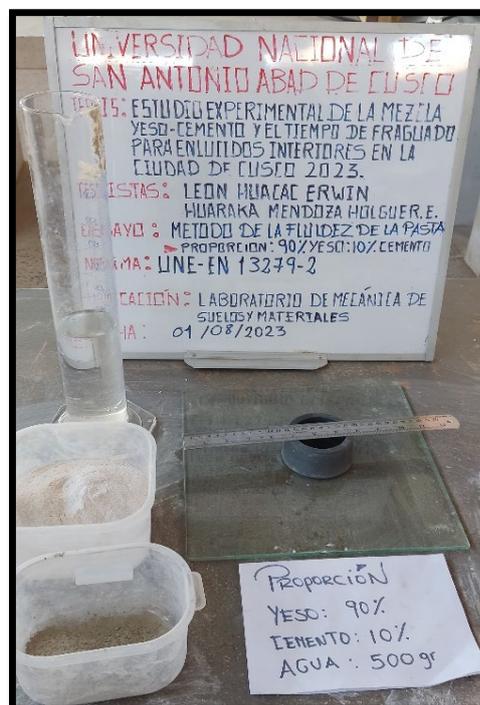
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 94. Se visualiza la medida de los diámetros de la galleta de escurrimiento para la proporción 90% yeso - 10% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 95. visualización de materiales antes de la mezcla de la proporción 90% yeso - 10% cemento.



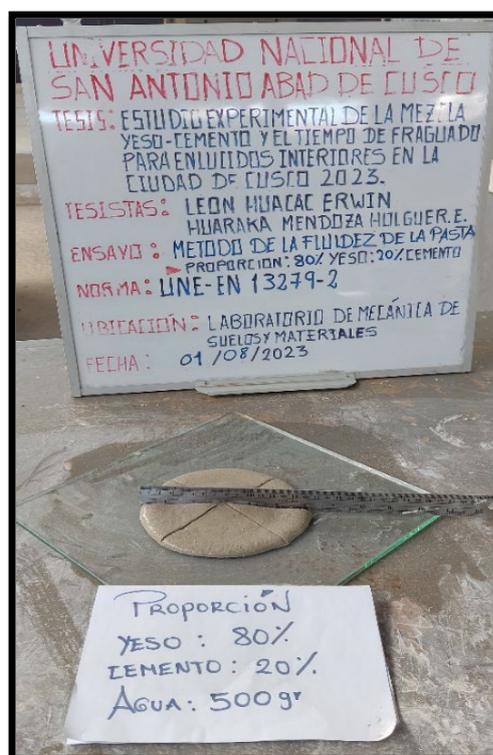
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 96. Materiales para la realización el ensayo de medida de fluidez de la pasta proporción 80% yeso - 20% de cemento



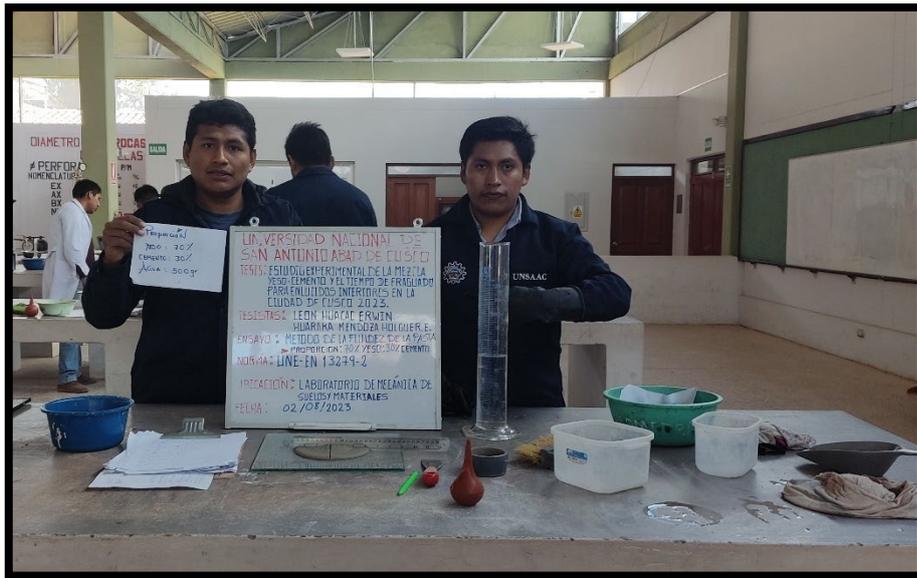
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 97. Realización del medido de los diámetros perpendiculares de la proporción 80% de yeso - 20% de cemento



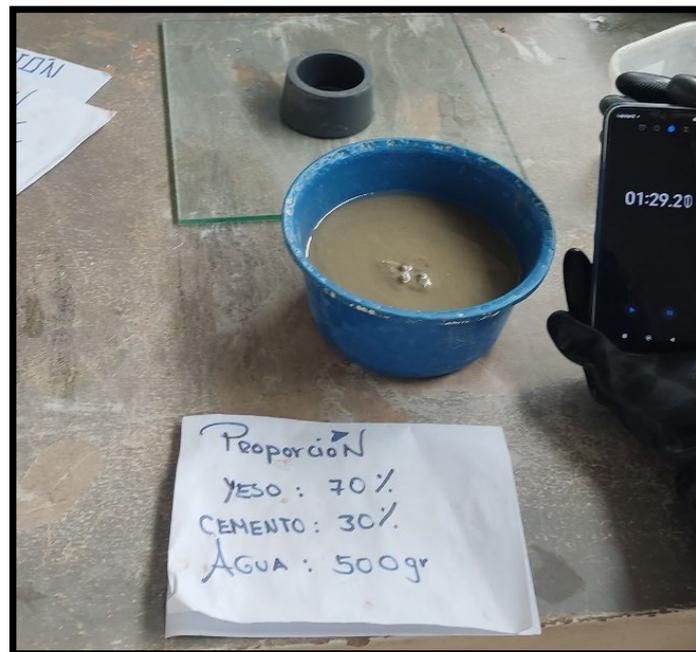
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 98. Materiales de para realizar galletas de proporción 70% yeso - 30% cemento



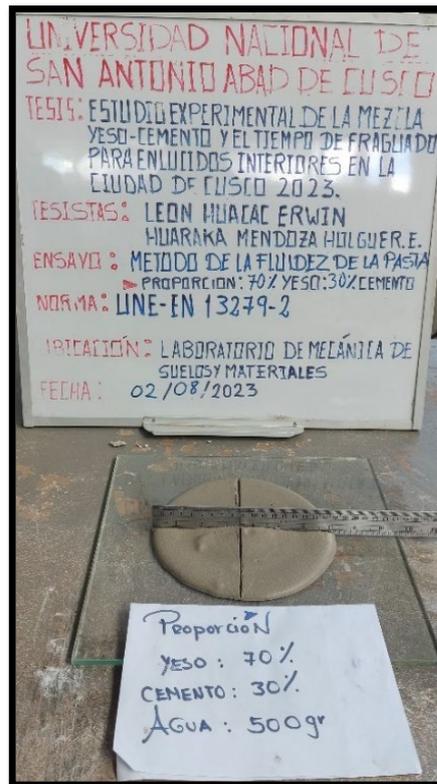
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 99. Proceso de preparación de mezcla y control de tiempos de mezclado de la proporción 70% yeso - 30% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 100. Medición de diámetros perpendiculares de la galleta de proporción 70% yeso - 30% cemento



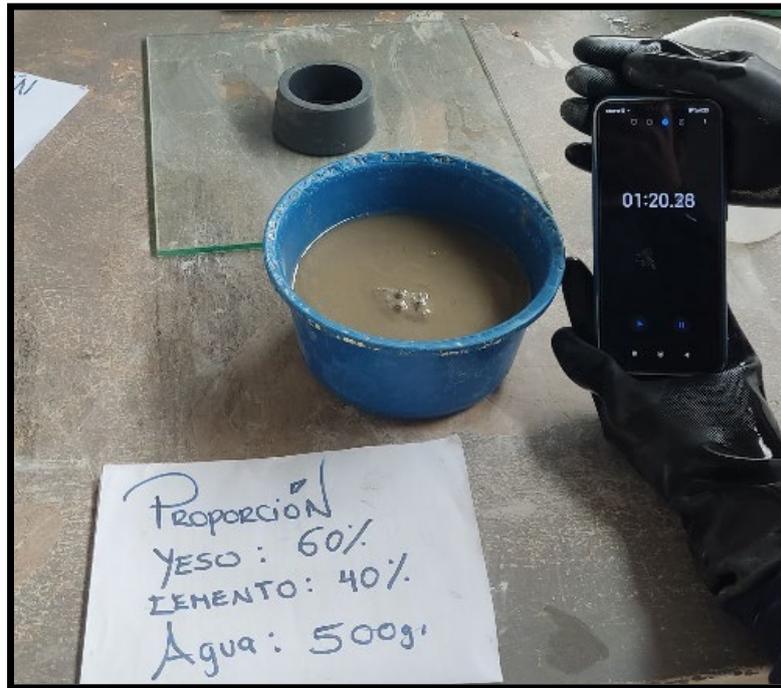
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 101. Materiales para realizar el ensayo de la fluidez de la pasta de la proporción 60% yeso - 40% cemento



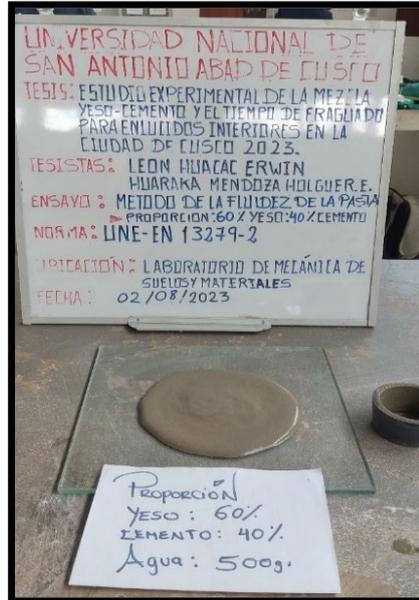
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 102. Proceso del mezclado y control de los tiempos de la proporción 60% yeso - 40% cemento



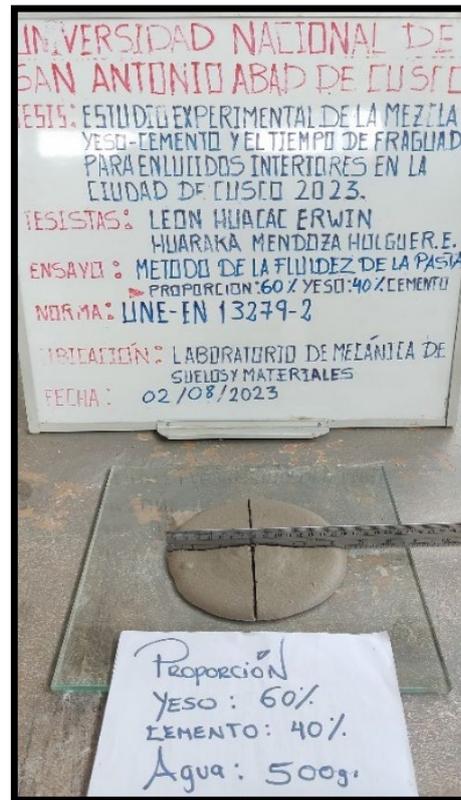
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 103. Galleta de escurrimiento de la proporción 60% yeso - 40% cemento



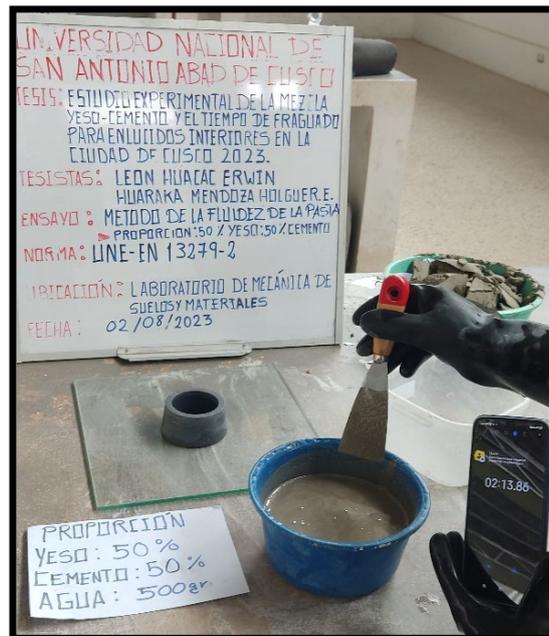
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 104. Medición de la galleta de la proporción 60% yeso - 40% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 105. Control de tiempos y cumplimiento de los procesos del mezclado



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 106. Vertido de la mezcla al molde tronco cónico proporción 50% yeso - 50% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 107. Medición de los diámetros perpendiculares de la galleta de escurrimiento de proporción 50% yeso - 50% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 108. Medición de los diámetros perpendiculares de la galleta de proporción 50% yeso - 50% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

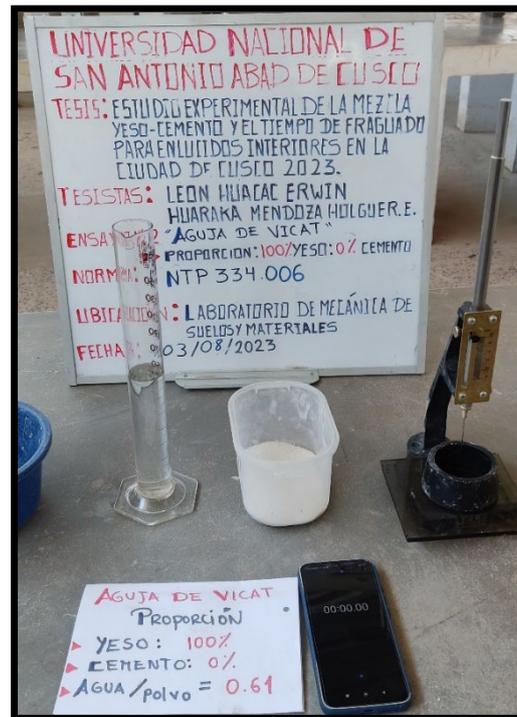
❖ Ensayo de aguja de Vicat

Figura 109. Inicio de la prueba de la aguja de Vicat



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 110. Realización del ensayo de la aguja de Vicat de la proporción 100% yeso - 0% cemento.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 111. Vertido de agua para realizar la mezcla de 100% yeso - 0% cemento.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 112. Polvoreado al recipiente con agua de la proporción 100% yeso - 0% cemento.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 113. Control y verificación del tiempo de mezcla de la proporción 100% yeso - 0% cemento.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 114. Vertido de la mezcla al molde tronco cónico de proporción 100% yeso - 0% cemento



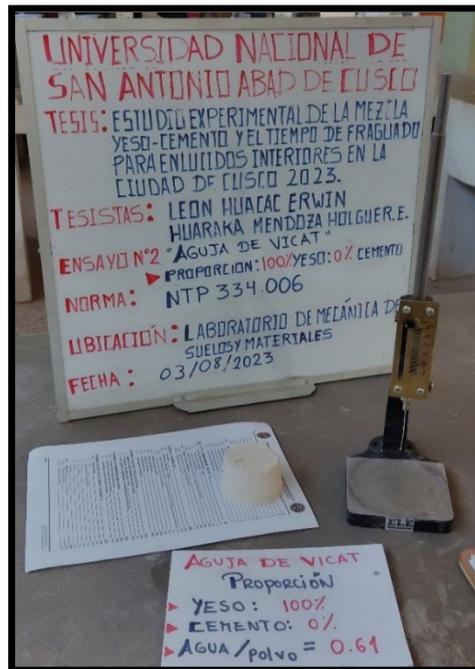
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 115. Verificación y registro de lecturas de ensayo de Vicat proporción 100% yeso - 0% cemento



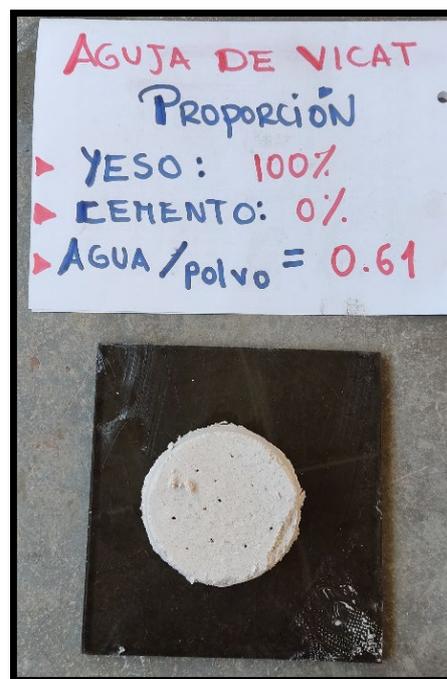
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 116. Espécimen después de la lectura de penetración de la proporción 100% yeso - 0% cemento



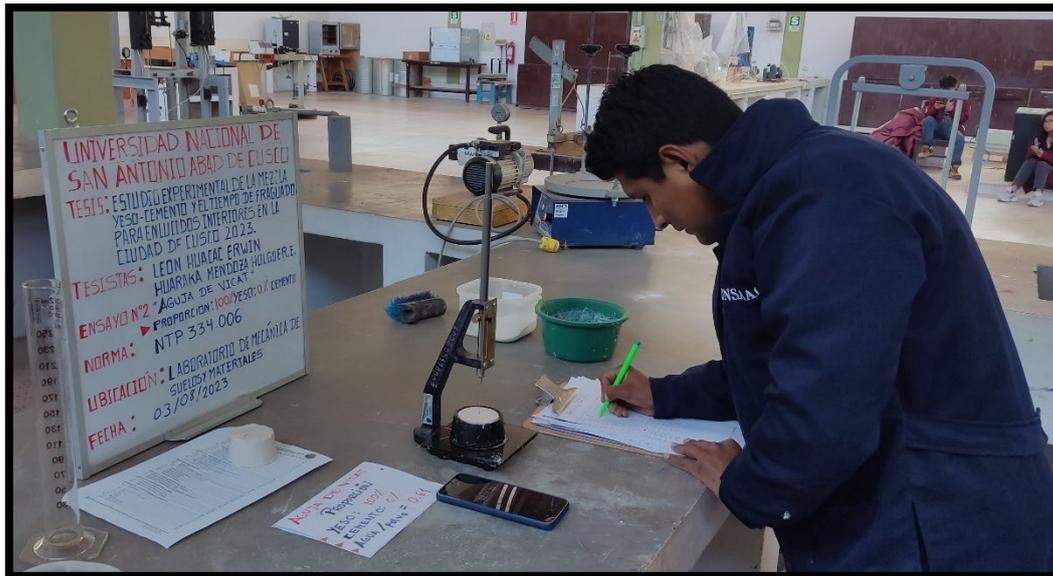
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 117. Visualización de la penetración realizada en el ensayo de la aguja de Vicat proporción 100% yeso - 0% cemento



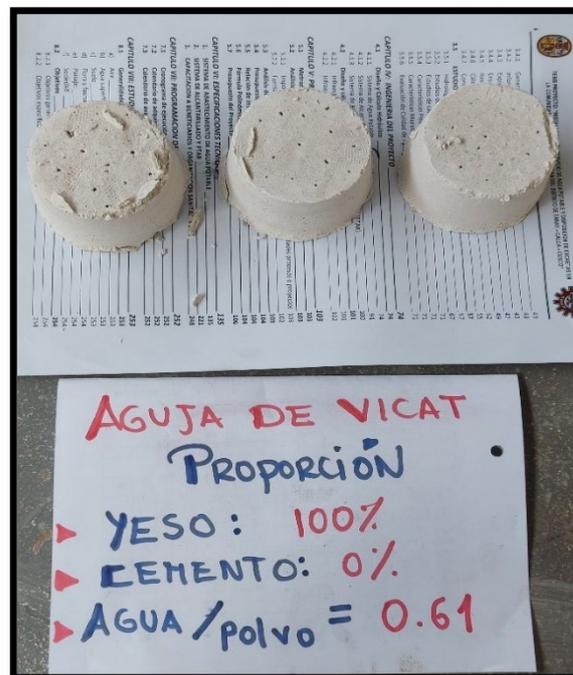
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 118. Toma de lectura de las penetraciones para la proporción 100% yeso - 0% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 119. Visualización de los especímenes de la proporción 100% yeso - 0% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 120. Realización de ensayo de Vicat de la proporción 90% yeso - 10% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 121. Preparación de la mezcla proporción 90% yeso - 10% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 122. Control y verificación del preparado de la mezcla 90% yeso - 10% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 123. Enrasado en el molde tronco cónico proporción 90% yeso - 10% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 124. Registro de las lecturas de penetración y tiempo de la proporción 90% yeso - 10% cemento



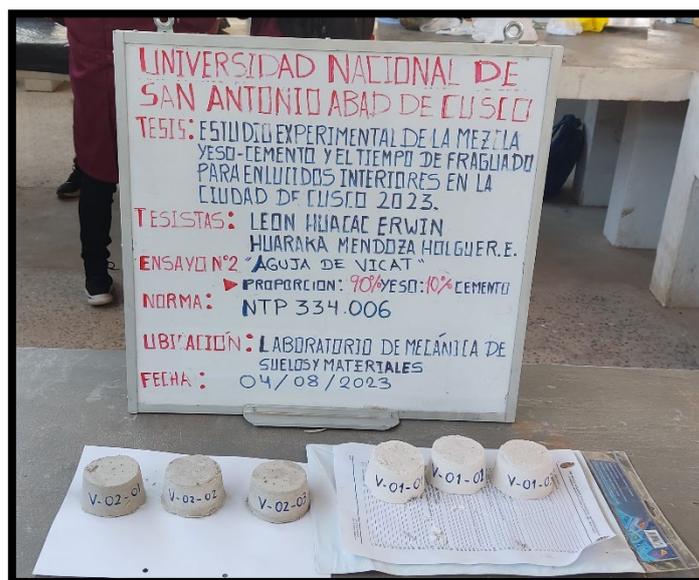
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 125. : Verificación de los especímenes de 90% yeso - 10% cemento



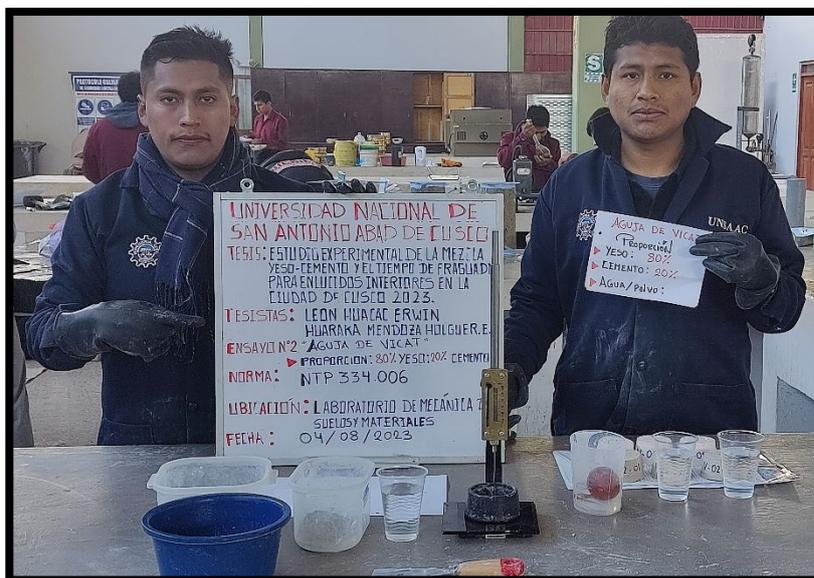
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 126. Visualización y control de cantidad de los especímenes ensayados de proporción 90% yeso - 10% cemento



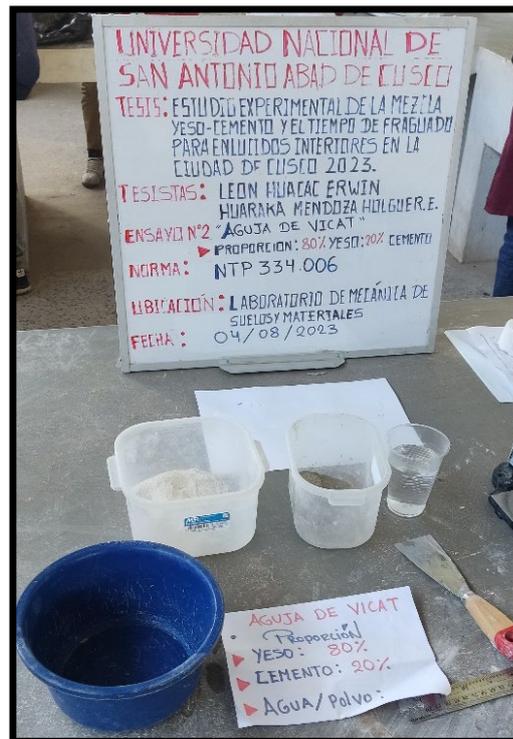
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 127. Realización del ensayo de Vicat de la proporción 80% yeso - 20% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 128. Materiales para la realización de la proporción 80% yeso - 20% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 129. Visualización antes del mezclado proporción 80% yeso - 20% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 130. visualización de la mezcla homogénea de la proporción 80% yeso - 20% cemento



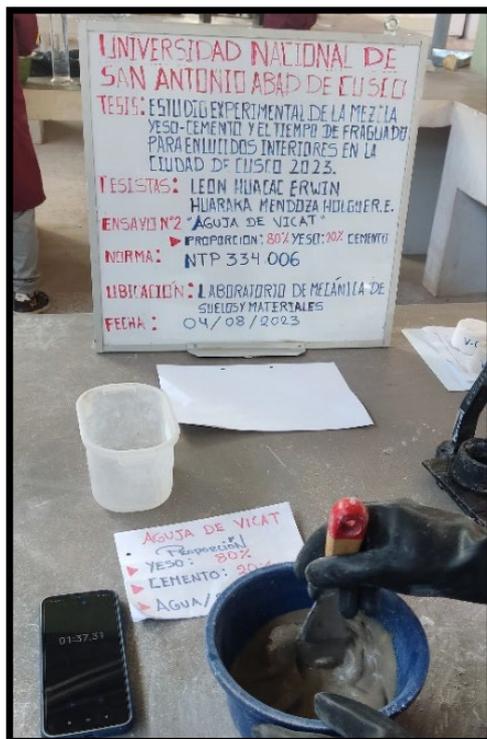
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 131. Vertido de agua en la proporción 80% yeso - 20% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 132. Proceso del mezclado de la proporción 80% yeso - 20% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 133. realización del control de las lecturas de penetración y tiempo de la proporción 80% yeso - 20% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 134. Especímenes de la proporción 80% yeso - 20% cemento



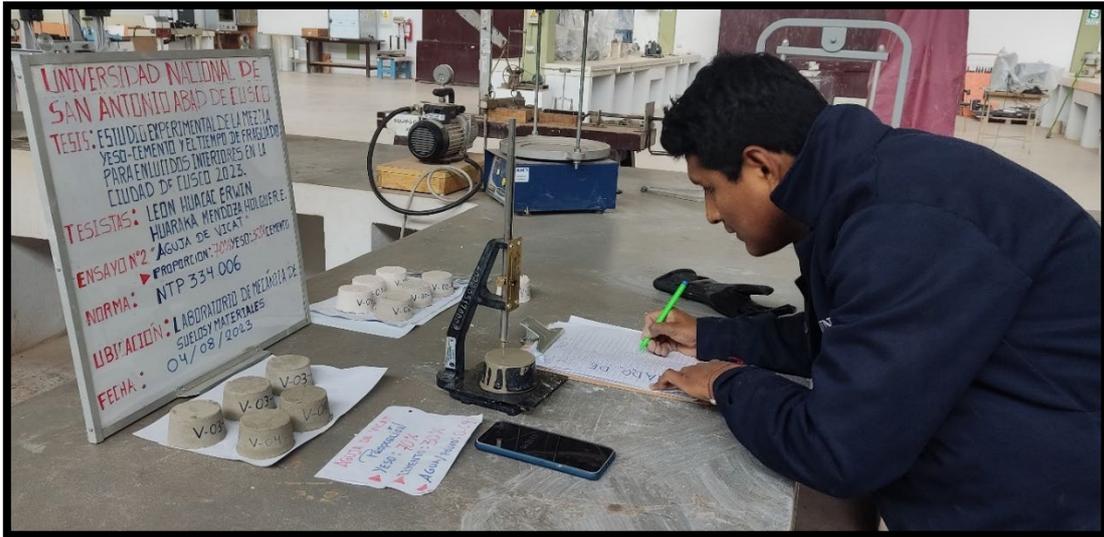
Fuente: Elaboración Propia

Figura 135. Control de las lecturas del ensayo de Vicat de proporción 70% yeso - 30% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 136. Registro de lecturas de tiempo y penetración de la aguja de Vicat proporción 70% yeso - 30% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 137. Operación del equipo de Vicat proporción 70% yeso - 30% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 138. Realización del ensayo de Vicat de la proporción 60% yeso - 40% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 139. Registro y control de las lecturas de la penetración y tiempo en la proporción 60% yeso - 40% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Vaciado de las briquetas cúbicas L=5cm

Figura 140. Inicio del vaciado de las briquetas cúbicas L=5 cm



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 141. Realización del mezclado de la pasta para las briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 100% yeso - 0% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 142. Equipos y materiales antes del vaciado de las briquetas cúbicas de L=5cm de proporción 100% yeso - 0% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 143. Verificación y control de la mezcla y moldes cúbicos para la proporción 100% yeso - 0% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 144. : Verificación y control de tiempos de mezclado para el vaciado de las briquetas cúbicas L:5cm proporción 100% yeso - 0% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 145. Realización del vaciado de las briquetas cúbicas de la proporción 100% yeso - 0% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 146. Visualización de los especímenes antes de ser desencofrados de la proporción 100% yeso - 0% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 147. Desencofrado de las briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 100% yeso - 0% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 148. Visualización de las briquetas cúbicas L=5cm proporción 100% yeso - 0% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 149. Codificación de las briquetas cúbicas C-01 que pertenecen a la proporción 100% yeso - 0% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 150. Realización del vaciado de las briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 90% yeso - 10% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 151. Realización del mezclado de la pasta para el vaciado de briquetas cúbicas $L=5\text{cm}$ de la proporción 90% yeso - 10% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 152. Proceso del vaciado y enrasado de las briquetas cúbicas $L= 5\text{cm}$ proporción 90% yeso - 10% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 153. Verificación y control de tiempos antes del desencofrado de las briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 90% yeso - 10% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

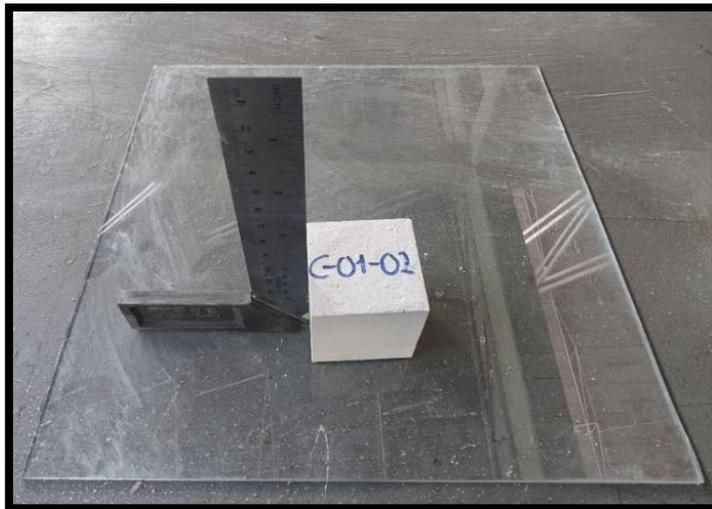
Figura 154. Desencofrado de las briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 90% yeso - 10% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

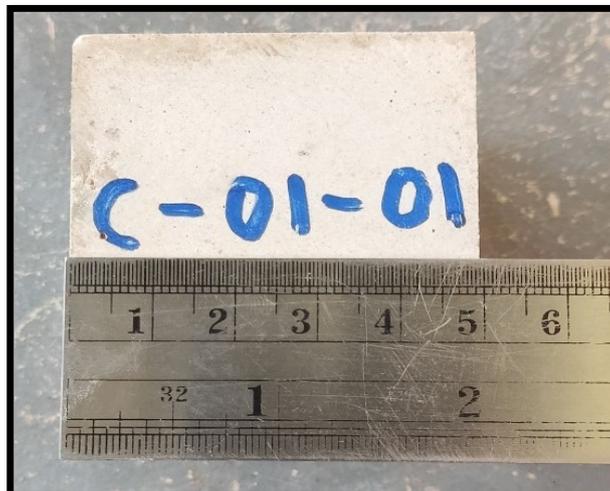
Ensayo a compresión de las briquetas cúbicas L=5cm

Figura 155. Control de la verticalidad del espécimen



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 156. Control de las dimensiones de espécimen previo al ensayo de compresión



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 157. Control de dimensiones de las briquetas cúbicas



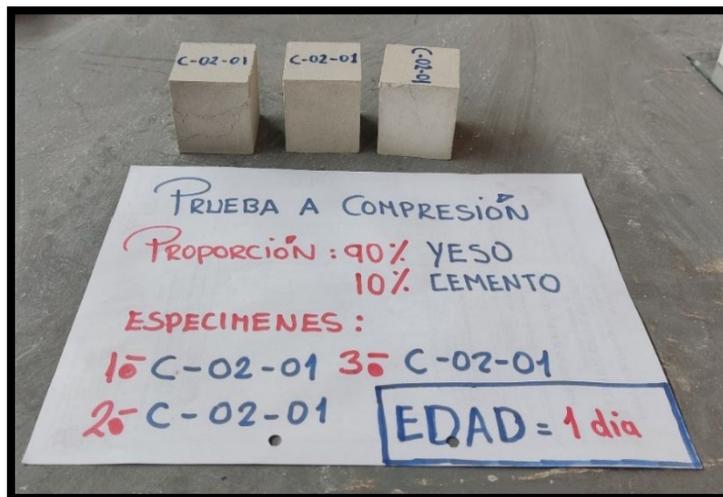
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 158. Especímenes después de la realización del ensayo de compresión



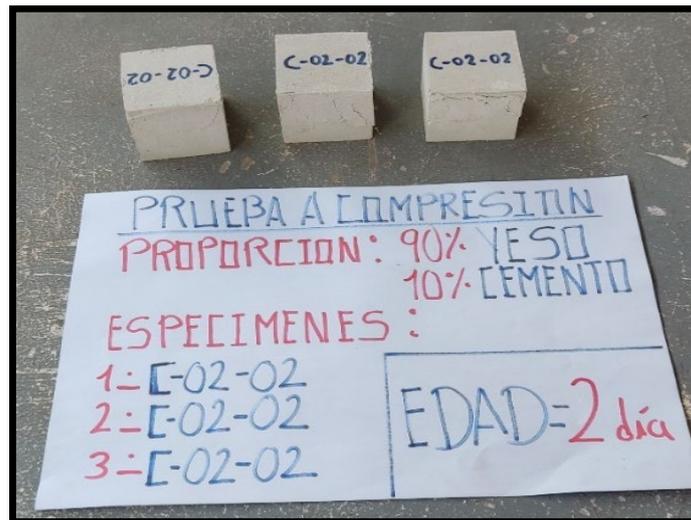
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 159. Identificación del tipo de falla de las briquetas cúbicas



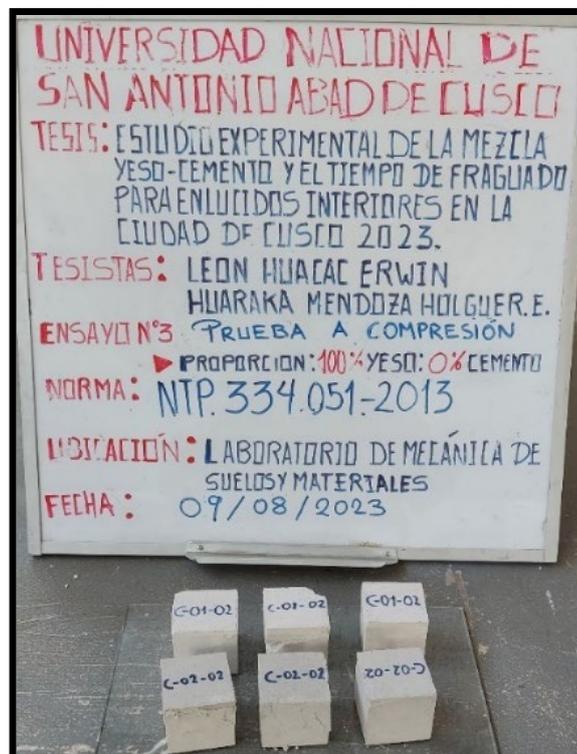
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 160. Identificación del tipo de falla de las briquetas cúbicas e indicando la edad del espécimen



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 161. Especímenes después del ensayo a compresión simple



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 162. Equipo utilizado para el ensayo a compresión simple



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 163. Realización de la prueba de compresión simple



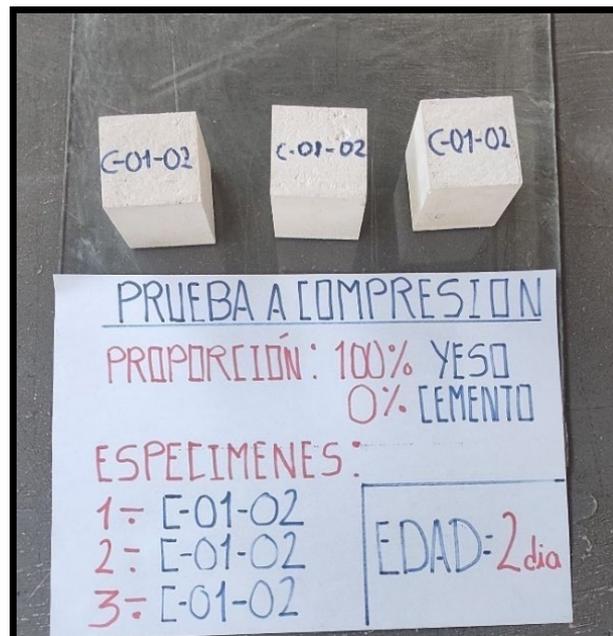
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 164. Ensayo a compresión de las briquetas cúbicas y realización de las lecturas



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 165. Briquetas cúbicas previo al ensayo de compresión



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 166. Realización del ensayo a compresión simple



Fuente. Elaboración Propia.

Figura 167. Realización de las lecturas de compresión simple



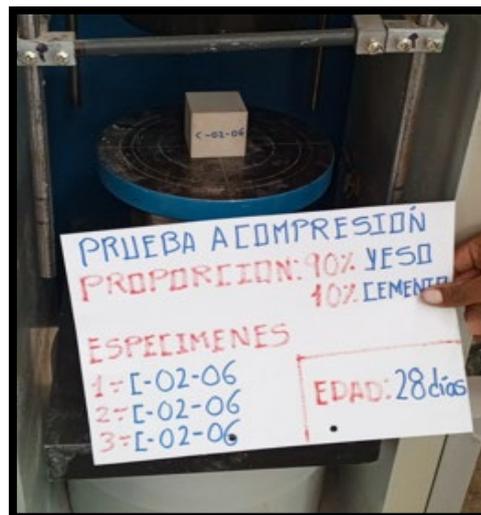
Fuente. Elaboración Propia.

Figura 168. Realización de prueba a compresión simple



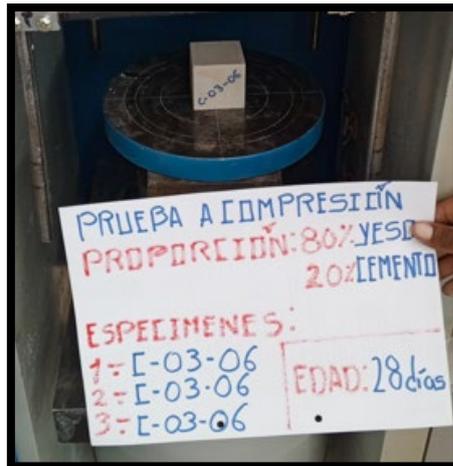
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 169. Elaboración de la prueba a compresión simple de la proporción 90% yeso - 10 cemento



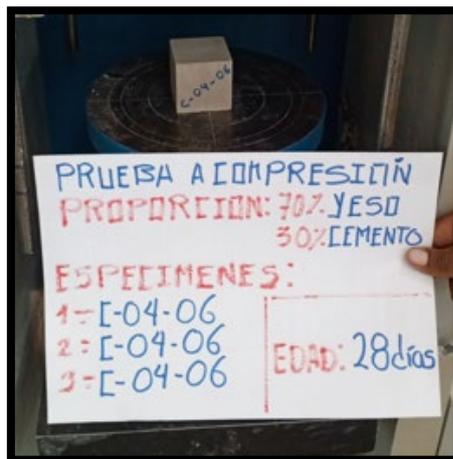
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 170. Elaboración de la prueba a compresión simple de la proporción 80% yeso - 20 cemento



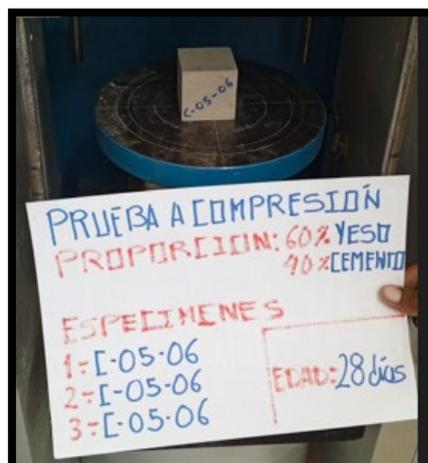
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 171. Elaboración de la prueba a compresión simple de la proporción 70% yeso - 30 cemento



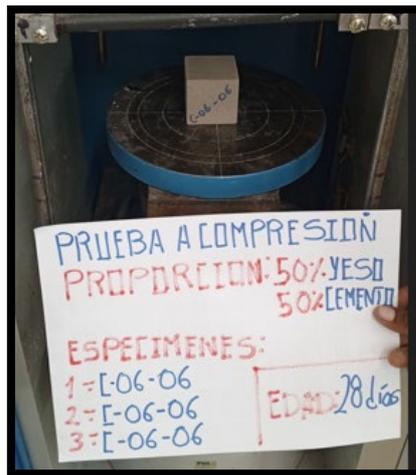
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 172. Elaboración de la prueba a compresión simple de la proporción 60% yeso - 40 cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 173. Elaboración de la prueba a compresión simple de la proporción 50% yeso - 50 cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 174. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 100% yeso – 0% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 175. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 90% yeso – 10% cemento



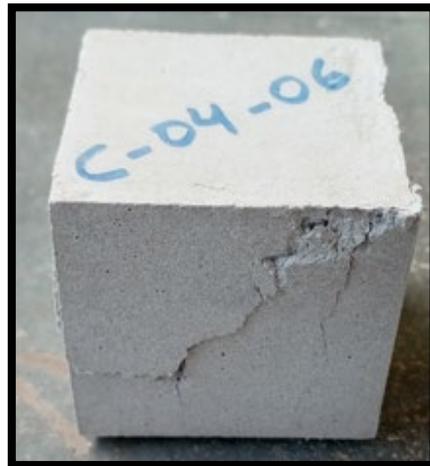
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 176. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 80% yeso – 20% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 177. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 70% yeso – 30% cemento



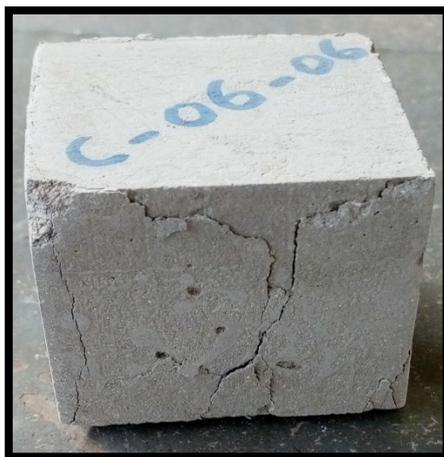
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 178. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 60% yeso – 40% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 179. Fractura representativa de briquetas cúbicas L=5cm de la proporción 50% yeso – 50% cemento



Fuente: Elaboración Propia.

ANEXOS

2. Ficha de observación de laboratorio

En estas fichas de laboratorio se realizó la recolección de los datos y resultados obtenidos en laboratorio en los ensayos, así mismo se cumplió con los procedimientos establecidos en dicha ficha, estos ensayos fueron:

- ❖ Ensayo de la medida de la fluidez de la pasta
- ❖ Ensayo del aparato de Vicat
- ❖ Ensayo a compresión simple



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



TESIS : ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023.

| | | | |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------|------------|
| ENSAYO : | METODO DE LA FLUIDEZ DE LA PASTA | FECHA : | 01/08/2023 |
| NORMA : | UNE-EN-13279-2 | | |
| BACHILLERES : | 1) ERWIN LEON HUACAC | CODIGO : | 155173 |
| | 2) HOLGUER EDMUNDO HUARAKA MENDOZA | CODIGO : | 154994 |
| ASESOR : | MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA | | |

RECOLECCIÓN DE DATOS

1. PROPORCION 100% YESO - 0%CEMENTO "E-01"

| | |
|--------------------------|--------|
| CANTIDAD AGUA (g) | 500,00 |
|--------------------------|--------|

2. REGISTRO DE LECTURA DE DIAMETRO DE LA GALLETA DE ESCURRIMIENTO.

PROPORCION (100% YESO : 0% CEMENTO)

| Ensayo N° | Masa Total polvo (g) | Masa de (yeso - cemento) (g) | | Lectura D1 (mm) | Lectura D2 (mm) | Promedio "D" (150mm - 210mm) | Relacion agua /(yeso - cemento) |
|-----------|----------------------|------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------|
| | | masa de yeso (g) | masa de cemento (g) | | | | |
| E-01-01 | 830 | 830 | 0 | 155 | 156 | 155,5 | 0,602 |
| E-01-02 | 810 | 810 | 0 | 160 | 162 | 161,0 | 0,617 |
| E-01-03 | 800 | 800 | 0 | 180 | 179 | 179,5 | 0,625 |

3. REGISTRO DE LA RELACION AGUA/(YESO-CEMENTO) PROMEDIO

PROPORCION 100% YESO : 0% CEMENTO

| ESPECIMENES | Relacion agua /(yeso - cemento) | Relacion agua /(yeso - cemento) promedio |
|-------------|---------------------------------|--|
| E-01-01 | 0,602 | 0,615 |
| E-01-02 | 0,617 | |
| E-01-03 | 0,625 | |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



TESIS : ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023.

| | | | |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------|------------|
| ENSAYO : | METODO DE LA FLUIDEZ DE LA PASTA | FECHA : | 01/08/2023 |
| NORMA : | UNE-EN-13279-2 | | |
| BACHILLERES : | 1) ERWIN LEON HUACAC | CODIGO : | 155173 |
| | 2) HOLGUER EDMUNDO HUARAKA MENDOZA | CODIGO : | 154994 |
| ASESOR : | MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA | | |

RECOLECCIÓN DE DATOS

1. PROPORCION 90% YESO - 10%CEMENTO "E-02"

| | |
|--------------------------|--------|
| CANTIDAD AGUA (g) | 500,00 |
|--------------------------|--------|

2. REGISTRO DE LECTURA DE DIAMETRO DE LA GALLETA DE ESCURRIMIENTO.

PROPORCION (90% YESO : 10% CEMENTO)

| Ensayo N° | Masa Total polvo (g) | Masa de (yeso - cemento) (g) | | Lectura D1 (mm) | Lectura D2 (mm) | Promedio "D" (150mm - 210mm) | Relacion agua /(yeso - cemento) |
|-----------|----------------------|------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------|
| | | masa de yeso (g) | masa de cemento (g) | | | | |
| E-02-01 | 780 | 702 | 78 | 183 | 181 | 182,0 | 0,641 |
| E-02-02 | 800 | 720 | 80 | 170 | 165 | 167,5 | 0,625 |
| E-02-03 | 820 | 738 | 82 | 156 | 157 | 156,5 | 0,610 |

3. REGISTRO DE LA RELACION AGUA/(YESO-CEMENTO) PROMEDIO

PROPORCION 90% YESO : 10% CEMENTO

| ESPECIMENES | Relacion agua /(yeso - cemento) | Relacion agua /(yeso - cemento) promedio |
|-------------|---------------------------------|--|
| E-02-01 | 0,641 | 0,625 |
| E-02-02 | 0,625 | |
| E-02-03 | 0,610 | |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



TESIS : ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023.

| | | | |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------|------------|
| ENSAYO : | METODO DE LA FLUIDEZ DE LA PASTA | FECHA : | 02/08/2023 |
| NORMA : | UNE-EN-13279-2 | | |
| BACHILLERES : | 1) ERWIN LEON HUACAC | CODIGO : | 155173 |
| | 2) HOLGUER EDMUNDO HUARAKA MENDOZA | CODIGO : | 154994 |
| ASESOR : | MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA | | |

RECOLECCIÓN DE DATOS

1. PROPORCION 80% YESO - 20%CEMENTO "E-03"

| | |
|--------------------------|--------|
| CANTIDAD AGUA (g) | 500,00 |
|--------------------------|--------|

2. REGISTRO DE LECTURA DE DIAMETRO DE LA GALLETA DE ESCURRIMIENTO.

PROPORCION (80% YESO : 20% CEMENTO)

| Ensayo N° | Masa Total polvo (g) | Masa de (yeso - cemento) (g) | | Lectura D1 (mm) | Lectura D2 (mm) | Promedio "D" (150mm - 210mm) | Relacion agua /(yeso - cemento) |
|-----------|----------------------|------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------|
| | | masa de yeso (g) | masa de cemento (g) | | | | |
| E-03-01 | 800 | 640 | 160 | 162 | 163 | 162,5 | 0,625 |
| E-03-02 | 790 | 632 | 158 | 168 | 167 | 167,5 | 0,633 |
| E-03-03 | 780 | 624 | 156 | 172 | 171 | 171,5 | 0,641 |

3. REGISTRO DE LA RELACION AGUA/(YESO-CEMENTO) PROMEDIO

PROPORCION 80% YESO : 20% CEMENTO

| ESPECIMENES | Relacion agua /(yeso - cemento) | Relacion agua /(yeso - cemento) promedio |
|-------------|---------------------------------|--|
| E-03-01 | 0,625 | 0,633 |
| E-03-02 | 0,633 | |
| E-03-03 | 0,641 | |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



TESIS : ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023.

| | | | |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------|------------|
| ENSAYO : | METODO DE LA FLUIDEZ DE LA PASTA | FECHA : | 02/08/2023 |
| NORMA : | UNE-EN-13279-2 | | |
| BACHILLERES : | 1) ERWIN LEON HUACAC | CODIGO : | 155173 |
| | 2) HOLGUER EDMUNDO HUARAKA MENDOZA | CODIGO : | 154994 |
| ASESOR : | MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA | | |

RECOLECCIÓN DE DATOS

1. PROPORCION 70% YESO - 30%CEMENTO "E-04"

| | |
|--------------------------|--------|
| CANTIDAD AGUA (g) | 500,00 |
|--------------------------|--------|

2. REGISTRO DE LECTURA DE DIAMETRO DE LA GALLETA DE ESCURRIMIENTO.

PROPORCION (70% YESO : 30% CEMENTO)

| Ensayo N° | Masa Total polvo (g) | Masa de (yeso - cemento) (g) | | Lectura D1 (mm) | Lectura D2 (mm) | Promedio "D" (150mm - 210mm) | Relacion agua /(yeso - cemento) |
|-----------|----------------------|------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------|
| | | masa de yeso (g) | masa de cemento (g) | | | | |
| E-04-01 | 780 | 546 | 234 | 165 | 170 | 167,5 | 0,641 |
| E-04-02 | 800 | 560 | 240 | 160 | 162 | 161,0 | 0,625 |
| E-04-03 | 760 | 532 | 228 | 182 | 182 | 182,0 | 0,658 |

3. REGISTRO DE LA RELACION AGUA/(YESO-CEMENTO) PROMEDIO

| PROPORCION 70% YESO : 30% CEMENTO | | |
|--|---------------------------------|--|
| ESPECIMENES | Relacion agua /(yeso - cemento) | Relacion agua /(yeso - cemento) promedio |
| E-04-01 | 0,641 | 0,641 |
| E-04-02 | 0,625 | |
| E-04-03 | 0,658 | |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



TESIS : ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023.

| | | | |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------|------------|
| ENSAYO : | METODO DE LA FLUIDEZ DE LA PASTA | FECHA : | 03/08/2023 |
| NORMA : | UNE-EN-13279-2 | | |
| BACHILLERES : | 1) ERWIN LEON HUACAC | CODIGO : | 155173 |
| | 2) HOLGUER EDMUNDO HUARAKA MENDOZA | CODIGO : | 154994 |
| ASESOR : | MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA | | |

RECOLECCIÓN DE DATOS

1. PROPORCION 60% YESO - 40%CEMENTO "E-05"

| | |
|--------------------------|--------|
| CANTIDAD AGUA (g) | 500,00 |
|--------------------------|--------|

2. REGISTRO DE LECTURA DE DIAMETRO DE LA GALLETA DE ESCURRIMIENTO.

PROPORCION (60% YESO : 40% CEMENTO)

| Ensayo N° | Masa Total polvo (g) | Masa de (yeso - cemento) (g) | | Lectura D1 (mm) | Lectura D2 (mm) | Promedio "D" (150mm - 210mm) | Relacion agua /(yeso - cemento) |
|-----------|----------------------|------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------|
| | | masa de yeso (g) | masa de cemento (g) | | | | |
| E-05-01 | 750 | 450 | 300 | 180 | 180 | 180,0 | 0,667 |
| E-05-02 | 770 | 462 | 308 | 177 | 178 | 177,5 | 0,649 |
| E-05-03 | 790 | 474 | 316 | 163 | 162 | 162,5 | 0,633 |

3. REGISTRO DE LA RELACION AGUA/(YESO-CEMENTO) PROMEDIO

PROPORCION 60% YESO : 40% CEMENTO

| ESPECIMENES | Relacion agua /(yeso - cemento) | Relacion agua /(yeso - cemento) promedio |
|-------------|---------------------------------|--|
| E-05-01 | 0,667 | 0,650 |
| E-05-02 | 0,649 | |
| E-05-03 | 0,633 | |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



TESIS : ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023.

ENSAYO : METODO DE LA FLUIDEZ DE LA PASTA **FECHA :** 03/08/2023

NORMA : UNE-EN-13279-2

| | | | |
|----------------------|------------------------------------|-----------------|--------|
| BACHILLERES : | 1) ERWIN LEON HUACAC | CODIGO : | 155173 |
| | 2) HOLGUER EDMUNDO HUARAKA MENDOZA | CODIGO : | 154994 |

ASESOR : MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA

RECOLECCIÓN DE DATOS

1. PROPORCION 50% YESO - 50%CEMENTO "E-06"

| | |
|--------------------------|--------|
| CANTIDAD AGUA (g) | 500,00 |
|--------------------------|--------|

2. REGISTRO DE LECTURA DE DIAMETRO DE LA GALLETA DE ESCURRIMIENTO.

PROPORCION (50% YESO : 50% CEMENTO)

| Ensayo N° | Masa Total polvo (g) | Masa de (yeso - cemento) (g) | | Lectura D1 (mm) | Lectura D2 (mm) | Promedio "D" (150mm - 210mm) | Relacion agua /(yeso - cemento) |
|-----------|----------------------|------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------|
| | | masa de yeso (g) | masa de cemento (g) | | | | |
| E-06-01 | 760 | 380 | 380 | 154 | 155 | 154,5 | 0,658 |
| E-06-02 | 740 | 370 | 370 | 200 | 199 | 199,5 | 0,676 |
| E-06-03 | 750 | 375 | 375 | 185 | 182 | 183,5 | 0,667 |

3. REGISTRO DE LA RELACION AGUA/(YESO-CEMENTO) PROMEDIO

| PROPORCION 50% YESO : 50% CEMENTO | | |
|--|---------------------------------|--|
| ESPECIMENES | Relacion agua /(yeso - cemento) | Relacion agua /(yeso - cemento) promedio |
| E-06-01 | 0,658 | 0,667 |
| E-06-02 | 0,676 | |
| E-06-03 | 0,667 | |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



TESIS : ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023.

| | | | |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------|------------|
| ENSAYO : | APARATO DE LA AGUJA DE VICAT | FECHA : | 04/08/2023 |
| NORMA : | NTP 334.006 | | |
| BACHILLERES : | 1) ERWIN LEON HUACAC | CODIGO : | 155173 |
| | 2) HOLGUER EDMUNDO HUARAKA MENDOZA | CODIGO : | 154994 |
| ASESOR : | MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA | | |

RECOLECCIÓN DE DATOS

1. PROPORCION 100% YESO - 0%CEMENTO "V-01"

| PESO | CANTIDAD AGUA (g) | CANTIDAD DE YESO (g) | CANTIDAD DE CEMENTO (g) | REALCION AGUA/(YESO-CEMENTO) |
|------------|-------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|
| PESO (g) | 153,75 | 250,00 | 0,00 | 0,615 |
| PESO (%) | - | 100% | 0% | |

2. REGISTRO DE PARES DE LECTURA DE TIEMPO(min) y PENETRACION(mm)

| LECTURA N° | TIEMPO | PENETRACION (mm) | | | OBSERVACION |
|-----------------------------------|--------------|------------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| | | V-01-01 | V-01-02 | V-01-03 | |
| 1 | 0 min | 40 | 40 | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | 40 | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | 40 | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | 40 | 40 | |
| 5 | 3 min : 30 s | 40 | 40 | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | 40 | 40 | |
| 7 | 4 min : 30 s | 40 | 40 | 40 | |
| 8 | 5 min | 38 | 40 | 37 | |
| 9 | 5 min : 30 s | 29 | 38 | 28 | |
| 10 | 6 min | 22 | 33 | 25 | |
| 11 | 6 min : 30 s | 14 | 28 | 18 | |
| 12 | 7 min | 7 | 22 | 10 | |
| 13 | 7 min : 30 s | 3 | 17 | 6 | |
| 14 | 8 min | 1 | 3 | 3 | |
| 15 | 8 min : 30 s | 1 | 2 | 2 | |
| 16 | 9 min | 1 | 1 | 1 | |
| 17 | 9 min : 30 s | | | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |
| RESULTADOS | | V-01-01 | V-01-02 | V-01-03 | PROMEDIO |
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | | 5 min : 48 s | 6 min : 48 s | 6 min : 00 s | 6 min : 12 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | | 9 min : 30 s | 9 min : 30 s | 9 min : 30 s | 9 min : 30 s |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



TESIS : ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023.

| | | | |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------|------------|
| ENSAYO : | APARATO DE LA AGUJA DE VICAT | FECHA : | 04/08/2023 |
| NORMA : | NTP 334.006 | | |
| BACHILLERES : | 1) ERWIN LEON HUACAC | CODIGO : | 155173 |
| | 2) HOLGUER EDMUNDO HUARAKA MENDOZA | CODIGO : | 154994 |
| ASESOR : | MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA | | |

RECOLECCIÓN DE DATOS

1. PROPORCION 90% YESO - 10%CEMENTO "V-02"

| PESO | CANTIDAD AGUA (g) | CANTIDAD DE YESO (g) | CANTIDAD DE CEMENTO (g) | REALCION AGUA/(YESO-CEMENTO) |
|------------|-------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|
| PESO (g) | 156,25 | 225,00 | 25,00 | 0,625 |
| PESO (%) | - | 90% | 10% | |

2. REGISTRO DE PARES DE LECTURA DE TIEMPO(min) y PENETRACION(mm)

| LECTURA N° | TIEMPO | PENETRACION (mm) | | | OBSERVACION |
|-----------------------------------|---------------|------------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| | | V-02-01 | V-02-02 | V-02-03 | |
| 1 | 0 min | 40 | 40 | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | 40 | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | 40 | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | 40 | 40 | |
| 5 | 3 min : 30 s | 40 | 40 | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | 40 | 40 | |
| 7 | 4 min : 30 s | 40 | 40 | 40 | |
| 8 | 5 min | 40 | 40 | 40 | |
| 9 | 5 min : 30 s | 40 | 38 | 38 | |
| 10 | 6 min | 39 | 33 | 33 | |
| 11 | 6 min : 30 s | 35 | 28 | 20 | |
| 12 | 7 min | 30 | 26 | 18 | |
| 13 | 7 min : 30 s | 28 | 22 | 16 | |
| 14 | 8 min | 21 | 18 | 10 | |
| 15 | 8 min : 30 s | 18 | 15 | 9 | |
| 16 | 9 min | 13 | 6 | 7 | |
| 17 | 9 min : 30 s | 10 | 4 | 5 | |
| 18 | 10 min | 12 | 2 | 3 | |
| 19 | 10 min : 30 s | 7 | 2 | 2 | |
| 20 | 11 min | 3 | 2 | 1 | |
| 21 | 11 min : 30 s | 1 | 1 | 1 | |
| 22 | 12 min : 00 s | 1 | 1 | 1 | |
| 23 | 13 min : 00 s | 1 | 1 | | |
| 24 | 13 min : 30 s | | | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |
| RESULTADOS | | V-02-01 | V-02-02 | V-02-03 | PROMEDIO |
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | | 7 min : 42 s | 7 min : 6 s | 6 min : 18 s | 7 min : 00 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | | 13 min : 30 s | 13 min : 30 s | 13 min : 00 s | 13 min : 18 s |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



| TESIS : | ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023. | | | | |
|---|---|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| ENSAYO : | APARATO DE LA AGUJA DE VICAT | FECHA : | 07/08/2023 | | |
| NORMA : | NTP 334.006 | | | | |
| BACHILLERES : | 1) ERWIN LEON HUACAC | CODIGO : | 155173 | | |
| | 2) HOLGUER EDMUNDO HUARAKA MENDOZA | CODIGO : | 154994 | | |
| ASESOR : | MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA | | | | |
| RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | | |
| 1. PROPORCION 80% YESO - 20%CEMENTO "V-03" | | | | | |
| | PESO | CANTIDAD AGUA (g) | CANTIDAD DE YESO (g) | CANTIDAD DE CEMENTO (g) | REALCION AGUA/(YESO-CEMENTO) |
| | PESO (g) | 158,25 | 200,00 | 50,00 | |
| | PESO (%) | - | 80% | 20% | |
| 0,633 | | | | | |
| 2. REGISTRO DE PARES DE LECTURA DE TIEMPO(min) y PENETRACION(mm) | | | | | |
| LECTURA N° | TIEMPO | PENETRACION (mm) | | | OBSERVACION |
| | | V-03-01 | V-03-02 | V-03-03 | |
| 1 | 0 min | 40 | 40 | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | 40 | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | 40 | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | 40 | 40 | |
| 5 | 3 min : 30 s | 40 | 40 | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | 40 | 40 | |
| 7 | 4 min : 30 s | 40 | 40 | 40 | |
| 8 | 5 min | 39 | 30 | 38 | |
| 9 | 5 min : 30 s | 35 | 29 | 33 | |
| 10 | 6 min | 33 | 27 | 30 | |
| 11 | 6 min : 30 s | 27 | 17 | 28 | |
| 12 | 7 min | 23 | 14 | 25 | |
| 13 | 7 min : 30 s | 19 | 13 | 21 | |
| 14 | 8 min | 15 | 7 | 15 | |
| 15 | 8 min : 30 s | 9 | 7 | 13 | |
| 16 | 9 min | 5 | 4 | 9 | |
| 17 | 9 min : 30 s | 3 | 3 | 5 | |
| 18 | 10 min | 3 | 3 | 4 | |
| 19 | 10 min : 30 s | 2 | 3 | 3 | |
| 20 | 11 min | 2 | 2 | 3 | |
| 21 | 11 min : 30 s | 1 | 2 | 1 | |
| 22 | 12 min | 1 | 1 | 1 | |
| 23 | 13 min | | | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |
| RESULTADOS | | V-03-01 | V-03-02 | V-03-03 | PROMEDIO |
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | | 6 min : 48 s | 6 min : 6s | 7 min : 00 s | 6 min : 48 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | | 13 min : 00 s | 13min : 00 s | 13 min : 00 s | 13 min : 00 s |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



TESIS : ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023.

| | | | |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------|------------|
| ENSAYO : | APARATO DE LA AGUJA DE VICAT | FECHA : | 08/08/2023 |
| NORMA : | NTP 334.006 | | |
| BACHILLERES : | 1) ERWIN LEON HUACAC | CODIGO : | 155173 |
| | 2) HOLGUER EDMUNDO HUARAKA MENDOZA | CODIGO : | 154994 |
| ASESOR : | MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA | | |

RECOLECCIÓN DE DATOS

1. PROPORCION 70% YESO - 30%CEMENTO "V-04"

| PESO | CANTIDAD AGUA (g) | CANTIDAD DE YESO (g) | CANTIDAD DE CEMENTO (g) | REALCION AGUA/(YESO-CEMENTO) |
|------------|-------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|
| PESO (g) | 160,25 | 175,00 | 75,00 | 0,641 |
| PESO (%) | - | 70% | 30% | |

2. REGISTRO DE PARES DE LECTURA DE TIEMPO(min) y PENETRACION(mm)

| LECTURA N° | TIEMPO | PENETRACION (mm) | | | OBSERVACION |
|-----------------------------------|---------------|------------------|--------------|---------------|-----------------------------|
| | | V-04-01 | V-04-02 | V-04-03 | |
| 1 | 0 min | 40 | 40 | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | 40 | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | 40 | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | 40 | 40 | |
| 5 | 3 min : 30 s | 40 | 40 | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | 40 | 40 | |
| 7 | 4 min : 30 s | 40 | 40 | 40 | |
| 8 | 5 min | 38 | 35 | 40 | |
| 9 | 5 min : 30 s | 32 | 33 | 39 | |
| 10 | 6 min | 28 | 32 | 35 | |
| 11 | 6 min : 30 s | 26 | 29 | 35 | |
| 12 | 7 min | 23 | 20 | 33 | |
| 13 | 7 min : 30 s | 21 | 19 | 29 | |
| 14 | 8 min | 20 | 17 | 29 | |
| 15 | 8 min : 30 s | 17 | 17 | 25 | |
| 16 | 9 min | 16 | 15 | 20 | |
| 17 | 9 min : 30 s | 13 | 13 | 18 | |
| 18 | 10 min | 9 | 11 | 17 | |
| 19 | 10 min : 30 s | 8 | 11 | 17 | |
| 20 | 11 min | 7 | 8 | 10 | |
| 21 | 11 min : 30 s | 6 | 5 | 8 | |
| 22 | 12 min | 4 | 4 | 7 | |
| 23 | 12 min : 30 s | 3 | 4 | 5 | |
| 24 | 13 min | 3 | 2 | 4 | |
| 25 | 13 min : 30 s | 1 | 2 | 3 | |
| 26 | 14 min | | 1 | 3 | |
| 27 | 14 min : 30 s | | | 2 | |
| 28 | 15 min | | | 1 | |
| 29 | 15 min : 30 s | | | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |
| RESULTADOS | | V-04-01 | V-04-02 | V-04-03 | PROMEDIO |
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | | 6 min : 42 s | 6 min : 42 s | 8 min : 30 s | 7 min : 18 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | | 14 min : 00 s | 14 min : 30s | 15 min : 30 s | 14 min : 00 s |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



TESIS : ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023.

ENSAYO : APARATO DE LA AGUJA DE VICAT **FECHA :** 09/08/2023

NORMA : NTP 334.006

BACHILLERES :
 1) ERWIN LEON HUACAC **CODIGO :** 155173
 2) HOLGUER EDMUNDO HUARAKA MENDOZA **CODIGO :** 154994

ASESOR : MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA

RECOLECCIÓN DE DATOS

1. PROPORCION 60% YESO - 40%CEMENTO "V-05"

| PESO | CANTIDAD AGUA (g) | CANTIDAD DE YESO (g) | CANTIDAD DE CEMENTO (g) | REALCION AGUA/(YESO-CEMENTO) |
|------------|-------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|
| PESO (g) | 162,50 | 150,00 | 100,00 | 0,650 |
| PESO (%) | - | 60% | 40% | |

2. REGISTRO DE PARES DE LECTURA DE TIEMPO(min) y PENETRACION(mm)

| LECTURA N° | TIEMPO | PENETRACION (mm) | | | OBSERVACION |
|------------|---------------|------------------|---------|---------|-------------|
| | | V-05-01 | V-05-02 | V-05-03 | |
| 1 | 0 min | 40 | 40 | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | 40 | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | 40 | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | 40 | 40 | |
| 5 | 3 min : 30 s | 40 | 40 | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | 40 | 40 | |
| 7 | 4 min : 30 s | 40 | 40 | 40 | |
| 8 | 5 min | 40 | 40 | 40 | |
| 9 | 5 min : 30 s | 40 | 40 | 40 | |
| 10 | 6 min | 39 | 40 | 40 | |
| 11 | 6 min : 30 s | 38 | 38 | 38 | |
| 12 | 7 min | 33 | 36 | 34 | |
| 13 | 7 min : 30 s | 33 | 33 | 33 | |
| 14 | 8 min | 32 | 29 | 29 | |
| 15 | 8 min : 30 s | 30 | 29 | 28 | |
| 16 | 9 min | 29 | 27 | 28 | |
| 17 | 9 min : 30 s | 29 | 25 | 27 | |
| 18 | 10 min | 27 | 23 | 23 | |
| 19 | 10 min : 30 s | 24 | 21 | 21 | |
| 20 | 11 min | 24 | 21 | 20 | |
| 21 | 11 min : 30 s | 22 | 19 | 19 | |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| 22 | 12 min | 21 | 18 | 18 | |
| 23 | 12 min : 30 s | 21 | 15 | 15 | |
| 24 | 13 min | 20 | 12 | 12 | |
| 25 | 14 min | 20 | 10 | 10 | |
| 26 | 15 min | 20 | 8 | 9 | |
| 27 | 16 min | 18 | 7 | 9 | |
| 28 | 17 min | 18 | 7 | 9 | |
| 29 | 18 min | 17 | 7 | 7 | |
| 30 | 19 min | 14 | 7 | 7 | |
| 31 | 20 min | 14 | 7 | 7 | |
| 32 | 21 min | 13 | 6 | 7 | |
| 33 | 22 min | 12 | 6 | 6 | |
| 34 | 23 min | 12 | 6 | 6 | |
| 35 | 24 min | 12 | 6 | 6 | |
| 36 | 25 min | 11 | 5 | 5 | |
| 37 | 26 min | 11 | 5 | 5 | |
| 38 | 27 min | 10 | 4 | 4 | |
| 39 | 28 min | 10 | 4 | 4 | |
| 40 | 29 min | 8 | 4 | 4 | |
| 41 | 30 min | 7 | 3 | 4 | |
| 42 | 35 min | 7 | 3 | 3 | |
| 43 | 40 min | 6 | 3 | 3 | |
| 44 | 45 min | 5 | 3 | 3 | |
| 45 | 50 min | 4 | 3 | 3 | |
| 46 | 55 min | 4 | 3 | 3 | |
| 47 | 60 min | 2 | 3 | 3 | |
| 48 | 75 min | 2 | 2 | 2 | |
| 49 | 90 min | 2 | 2 | 2 | |
| 50 | 120 min | 1 | 2 | 1 | |
| 51 | 150 min | | 1 | | |
| 52 | 180 min | | | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |
| RESULTADOS | | V-05-01 | V-05-02 | V-05-03 | PROMEDIO |
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | | 10 min : 18 s | 9 min : 30 s | 9 min : 48 s | 9 min : 54 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | | 150 min : 00 s | 180 min : 00 s | 150 min : 00 s | 160 min : 00 s |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



| | | | |
|----------------------|---|-----------------|------------|
| TESIS : | ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023. | | |
| ENSAYO : | APARATO DE LA AGUJA DE VICAT | FECHA : | 10/08/2023 |
| NORMA : | NTP 334.006 | | |
| BACHILLERES : | 1) ERWIN LEON HUACAC | CODIGO : | 155173 |
| | 2) HOLGUER EDMUNDO HUARAKA MENDOZA | CODIGO : | 154994 |
| ASESOR : | MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA | | |

RECOLECCIÓN DE DATOS

1. PROPORCION 50% YESO - 50%CEMENTO "V-06"

| PESO | CANTIDAD AGUA (g) | CANTIDAD DE YESO (g) | CANTIDAD DE CEMENTO (g) | REALCION AGUA/(YESO-CEMENTO) |
|------------|-------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|
| PESO (g) | 166,75 | 125,00 | 125,00 | 0,667 |
| PESO (%) | - | 50% | 50% | |

2. REGISTRO DE PARES DE LECTURA DE TIEMPO(min) y PENETRACION(mm)

| LECTURA N° | TIEMPO | PENETRACION (mm) | | | OBSERVACION |
|------------|---------------|------------------|---------|---------|-------------|
| | | V-06-01 | V-06-02 | V-06-03 | |
| 1 | 0 min | 40 | 40 | 40 | |
| 2 | 1 min | 40 | 40 | 40 | |
| 3 | 2 min | 40 | 40 | 40 | |
| 4 | 3 min | 40 | 40 | 40 | |
| 5 | 3 min : 30 s | 40 | 40 | 40 | |
| 6 | 4 min | 40 | 40 | 40 | |
| 7 | 4 min : 30 s | 40 | 40 | 40 | |
| 8 | 5 min | 40 | 40 | 40 | |
| 9 | 5 min : 30 s | 40 | 40 | 40 | |
| 10 | 6 min | 40 | 40 | 40 | |
| 11 | 6 min : 30 s | 40 | 40 | 40 | |
| 12 | 7 min | 40 | 40 | 40 | |
| 13 | 7 min : 30 s | 38 | 39 | 40 | |
| 14 | 8 min | 38 | 38 | 37 | |
| 15 | 8 min : 30 s | 35 | 34 | 33 | |
| 16 | 9 min | 34 | 34 | 34 | |
| 17 | 9 min : 30 s | 32 | 32 | 31 | |
| 18 | 10 min | 32 | 30 | 30 | |
| 19 | 10 min : 30 s | 31 | 30 | 29 | |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| 20 | 11 min | 30 | 29 | 29 | |
| 21 | 11 min : 30 s | 28 | 26 | 26 | |
| 22 | 12 min | 26 | 26 | 21 | |
| 23 | 12 min : 30 s | 23 | 25 | 21 | |
| 24 | 13 min | 20 | 23 | 21 | |
| 25 | 14 min | 20 | 23 | 20 | |
| 26 | 15 min | 20 | 21 | 20 | |
| 27 | 16 min | 18 | 19 | 19 | |
| 28 | 17 min | 18 | 18 | 17 | |
| 29 | 18 min | 17 | 16 | 16 | |
| 30 | 19 min | 14 | 14 | 13 | |
| 31 | 20 min | 14 | 13 | 13 | |
| 32 | 21 min | 13 | 13 | 13 | |
| 33 | 22 min | 12 | 12 | 12 | |
| 34 | 23 min | 12 | 12 | 12 | |
| 35 | 24 min | 12 | 11 | 11 | |
| 36 | 25 min | 11 | 11 | 11 | |
| 37 | 26 min | 11 | 10 | 10 | |
| 38 | 27 min | 11 | 10 | 10 | |
| 39 | 28 min | 10 | 10 | 10 | |
| 40 | 29 min | 10 | 10 | 9 | |
| 41 | 30 min | 9 | 9 | 9 | |
| 42 | 35 min | 9 | 9 | 9 | |
| 43 | 40 min | 8 | 8 | 8 | |
| 44 | 45 min | 8 | 8 | 8 | |
| 45 | 50 min | 7 | 8 | 7 | |
| 46 | 55 min | 7 | 7 | 7 | |
| 47 | 60 min | 5 | 6 | 6 | |
| 48 | 75 min | 5 | 5 | 5 | |
| 49 | 90 min | 4 | 2 | 2 | |
| 50 | 120 min | 3 | 2 | 2 | |
| 51 | 150 min | 2 | 2 | 1 | |
| 52 | 180 min | 1 | 2 | | |
| 53 | 210 min | | 1 | | |
| 54 | 240 min | | | | NO SE APRECIA MARCA VISIBLE |
| RESULTADOS | | V-06-01 | V-06-02 | V-06-03 | PROMEDIO |
| TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL | | 12 min : 12 s | 12 min : 30 s | 11 min : 36 s | 12 min : 6 s |
| TIEMPO DE FRAGUADO FINAL | | 210 min : 00 s | 240 min : 00 s | 180 min : 00 s | 210 min : 00 s |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



| | | | |
|----------------------|---|-----------------|------------|
| TESIS : | ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023. | | |
| ENSAYO : | COMPRESIÓN SIMPLE | FECHA : | 07/08/2023 |
| NORMA : | NTP 334.051 | | |
| BACHILLERES : | 1) ERWIN LEON HUACAC | CODIGO : | 155173 |
| | 2) HOLGUER EDMUNDO HUARAKA MENDOZA | CODIGO : | 154994 |
| ASESOR : | MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA | | |

RECOLECCIÓN DE DATOS

1. PROPORCION 100% YESO - 0%CEMENTO "C-01"

| PESO | CANTIDAD AGUA (g) | CANTIDAD DE YESO (g) | CANTIDAD DE CEMENTO (g) | REALCION AGUA/(YESO-CEMENTO) |
|------------|-------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|
| PESO (g) | 861,00 | 1400,00 | 0,00 | 0,615 |
| PESO (%) | - | 100% | 0% | |

2. REGISTRO DE LECTURA DE LA FUERZA APLICADA AL ESPECIMEN

| LECTURA N° | BRIQUETAS CÚBICAS | EDAD (Días) | FECHA DE ENSAYO | Fuerza (kgf) | LADO (5 cm) | Área (cm ²) | RESISTENCIA (f=kgf/cm ²) |
|------------|-------------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 1 | C-01-01 | 1 | 08/08/2023 | 540 | 5 | 25 | 21,60 |
| 2 | C-01-01 | 1 | 08/08/2023 | 550 | 5 | 25 | 22,00 |
| 3 | C-01-01 | 1 | 08/08/2023 | 610 | 5 | 25 | 24,40 |
| 4 | C-01-02 | 2 | 09/08/2023 | 700 | 5 | 25 | 28,00 |
| 5 | C-01-02 | 2 | 09/08/2023 | 750 | 5 | 25 | 30,00 |
| 6 | C-01-02 | 2 | 09/08/2023 | 730 | 5 | 25 | 29,20 |
| 7 | C-01-03 | 4 | 11/08/2023 | 650 | 5 | 25 | 26,00 |
| 8 | C-01-03 | 4 | 11/08/2023 | 850 | 5 | 25 | 34,00 |
| 9 | C-01-03 | 4 | 11/08/2023 | 690 | 5 | 25 | 27,60 |
| 10 | C-01-04 | 8 | 15/08/2023 | 1530 | 5 | 25 | 61,20 |
| 11 | C-01-04 | 8 | 15/08/2023 | 1550 | 5 | 25 | 62,00 |
| 12 | C-01-04 | 8 | 15/08/2023 | 1650 | 5 | 25 | 66,00 |
| 13 | C-01-05 | 16 | 23/08/2023 | 1590 | 5 | 25 | 63,60 |
| 14 | C-01-05 | 16 | 23/08/2023 | 1690 | 5 | 25 | 67,60 |
| 15 | C-01-05 | 16 | 23/08/2023 | 1770 | 5 | 25 | 70,80 |
| 16 | C-01-06 | 28 | 04/09/2023 | 1810 | 5 | 25 | 72,40 |
| 17 | C-01-06 | 28 | 04/09/2023 | 1570 | 5 | 25 | 62,80 |
| 18 | C-01-06 | 28 | 04/09/2023 | 1840 | 5 | 25 | 73,60 |

3. REGISTRO DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

| PROPORCION 100% YESO : 0% CEMENTO | | |
|-----------------------------------|-------------|---|
| ESPECIMENES | EDAD (días) | RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²) |
| C-01-01 | 1 | 22,67 |
| C-01-02 | 2 | 26,80 |
| C-01-03 | 4 | 29,07 |
| C-01-04 | 8 | 63,07 |
| C-01-05 | 16 | 67,33 |
| C-01-06 | 28 | 73,00 |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



TESIS : ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023.

| | | | |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------|------------|
| ENSAYO : | COMPRESIÓN SIMPLE | FECHA : | 07/08/2023 |
| NORMA : | NTP 334.051 | | |
| BACHILLERES : | 1) ERWIN LEON HUACAC | CODIGO : | 155173 |
| | 2) HOLGUER EDMUNDO HUARAKA MENDOZA | CODIGO : | 154994 |
| ASESOR : | MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA | | |

RECOLECCIÓN DE DATOS

1. PROPORCION 90% YESO - 10%CEMENTO "C-02"

| PESO | CANTIDAD AGUA (g) | CANTIDAD DE YESO (g) | CANTIDAD DE CEMENTO (g) | REALCION AGUA/(YESO-CEMENTO) |
|------------|-------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|
| PESO (g) | 875,00 | 1260,00 | 140,00 | 0,625 |
| PESO (%) | - | 90% | 10% | |

2. REGISTRO DE LECTURA DE LA FUERZA APLICADA AL ESPECIMEN

| LECTURA N° | BRIQUETAS CÚBICAS | EDAD (Días) | FECHA DE ENSAYO | Fuerza (kgf) | LADO (5 cm) | Área (cm ²) | RESISTENCIA (f=kgf/cm ²) |
|------------|-------------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 1 | C-02-01 | 1 | 08/08/2023 | 870 | 5 | 25 | 34,80 |
| 2 | C-02-01 | 1 | 08/08/2023 | 800 | 5 | 25 | 32,00 |
| 3 | C-02-01 | 1 | 08/08/2023 | 810 | 5 | 25 | 32,40 |
| 4 | C-02-02 | 2 | 09/08/2023 | 1340 | 5 | 25 | 53,60 |
| 5 | C-02-02 | 2 | 09/08/2023 | 780 | 5 | 25 | 31,20 |
| 6 | C-02-02 | 2 | 09/08/2023 | 930 | 5 | 25 | 37,20 |
| 7 | C-02-03 | 4 | 11/08/2023 | 1090 | 5 | 25 | 43,60 |
| 8 | C-02-03 | 4 | 11/08/2023 | 1080 | 5 | 25 | 43,20 |
| 9 | C-02-03 | 4 | 11/08/2023 | 1010 | 5 | 25 | 40,40 |
| 10 | C-02-04 | 8 | 15/08/2023 | 1580 | 5 | 25 | 63,20 |
| 11 | C-02-04 | 8 | 15/08/2023 | 1450 | 5 | 25 | 58,00 |
| 12 | C-02-04 | 8 | 15/08/2023 | 1590 | 5 | 25 | 63,60 |
| 13 | C-02-05 | 16 | 23/08/2023 | 1910 | 5 | 25 | 76,40 |
| 14 | C-02-05 | 16 | 23/08/2023 | 1630 | 5 | 25 | 65,20 |
| 15 | C-02-05 | 16 | 23/08/2023 | 1570 | 5 | 25 | 62,80 |
| 16 | C-02-06 | 28 | 04/09/2023 | 2060 | 5 | 25 | 82,40 |
| 17 | C-02-06 | 28 | 04/09/2023 | 1780 | 5 | 25 | 71,20 |
| 18 | C-02-06 | 28 | 04/09/2023 | 1880 | 5 | 25 | 75,20 |

3. REGISTRO DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

| PROPORCION 90% YESO : 10% CEMENTO | | |
|-----------------------------------|-------------|---|
| ESPECIMENES | EDAD (días) | RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²) |
| C-02-01 | 1 | 33,07 |
| C-02-02 | 2 | 34,20 |
| C-02-03 | 4 | 42,40 |
| C-02-04 | 8 | 61,60 |
| C-02-05 | 16 | 64,00 |
| C-02-06 | 28 | 76,27 |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



TESIS : ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023.

| | | | |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------|------------|
| ENSAYO : | COMPRESIÓN SIMPLE | FECHA : | 14/08/2023 |
| NORMA : | NTP 334.051 | | |
| BACHILLERES : | 1) ERWIN LEON HUACAC | CODIGO : | 155173 |
| | 2) HOLGUER EDMUNDO HUARAKA MENDOZA | CODIGO : | 154994 |
| ASESOR : | MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA | | |

RECOLECCIÓN DE DATOS

1. PROPORCION 80% YESO - 20%CEMENTO "C-03"

| PESO | CANTIDAD AGUA (g) | CANTIDAD DE YESO (g) | CANTIDAD DE CEMENTO (g) | REALCION AGUA/(YESO-CEMENTO) |
|------------|-------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|
| PESO (g) | 886,20 | 1120,00 | 280,00 | 0,633 |
| PESO (%) | - | 80% | 20% | |

2. REGISTRO DE LECTURA DE LA FUERZA APLICADA AL ESPECIMEN

| LECTURA N° | BRIQUETAS CÚBICAS | EDAD (Días) | FECHA DE ENSAYO | Fuerza (kgf) | LADO (5 cm) | Área (cm ²) | RESISTENCIA (f=kgf/cm ²) |
|------------|-------------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 1 | C-03-01 | 1 | 15/08/2023 | 420 | 5 | 25 | 16,80 |
| 2 | C-03-01 | 1 | 15/08/2023 | 460 | 5 | 25 | 18,40 |
| 3 | C-03-01 | 1 | 15/08/2023 | 450 | 5 | 25 | 18,00 |
| 4 | C-03-02 | 2 | 16/08/2023 | 480 | 5 | 25 | 19,20 |
| 5 | C-03-02 | 2 | 16/08/2023 | 580 | 5 | 25 | 23,20 |
| 6 | C-03-02 | 2 | 16/08/2023 | 580 | 5 | 25 | 23,20 |
| 7 | C-03-03 | 4 | 18/08/2023 | 1130 | 5 | 25 | 45,20 |
| 8 | C-03-03 | 4 | 18/08/2023 | 1120 | 5 | 25 | 44,80 |
| 9 | C-03-03 | 4 | 18/08/2023 | 1140 | 5 | 25 | 45,60 |
| 10 | C-03-04 | 8 | 22/08/2023 | 1135 | 5 | 25 | 45,40 |
| 11 | C-03-04 | 8 | 22/08/2023 | 1120 | 5 | 25 | 44,80 |
| 12 | C-03-04 | 8 | 22/08/2023 | 1150 | 5 | 25 | 46,00 |
| 13 | C-03-05 | 16 | 30/08/2023 | 1240 | 5 | 25 | 49,60 |
| 14 | C-03-05 | 16 | 30/08/2023 | 1210 | 5 | 25 | 48,40 |
| 15 | C-03-05 | 16 | 30/08/2023 | 1270 | 5 | 25 | 50,80 |
| 16 | C-03-06 | 28 | 11/09/2023 | 2150 | 5 | 25 | 86,00 |
| 17 | C-03-06 | 28 | 11/09/2023 | 2180 | 5 | 25 | 87,20 |
| 18 | C-03-06 | 28 | 11/09/2023 | 2120 | 5 | 25 | 84,80 |

3. REGISTRO DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

| PROPORCION 80% YESO : 20% CEMENTO | | |
|-----------------------------------|-------------|---|
| ESPECIMENES | EDAD (días) | RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²) |
| C-03-01 | 1 | 17,73 |
| C-03-02 | 2 | 23,20 |
| C-03-03 | 4 | 45,20 |
| C-03-04 | 8 | 45,40 |
| C-03-05 | 16 | 49,60 |
| C-03-06 | 28 | 86,00 |

| UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO | | FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL | | LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES | | | |
|---|---|---|--|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
|  | |  | | | | | |
| TESIS : | ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023. | | | | | | |
| ENSAYO : | COMPRESIÓN SIMPLE | FECHA : | 14/08/2023 | | | | |
| NORMA : | NTP 334.051 | | | | | | |
| BACHILLERES : | 1) ERWIN LEON HUACAC | CODIGO : | 155173 | | | | |
| | 2) HOLGUER EDMUNDO HUARAKA MENDOZA | CODIGO : | 154994 | | | | |
| ASESOR : | MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA | | | | | | |
| RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | | | | |
| 1. PROPORCION 70% YESO - 30%CEMENTO "C-04" | | | | | | | |
| | PESO | CANTIDAD AGUA (g) | CANTIDAD DE YESO (g) | CANTIDAD DE CEMENTO (g) | REALCION AGUA/(YESO-CEMENTO) | | |
| | PESO (g) | 897,40 | 980,00 | 420,00 | 0,641 | | |
| | PESO (%) | - | 70% | 30% | | | |
| 2. REGISTRO DE LECTURA DE LA FUERZA APLICADA AL ESPECIMEN | | | | | | | |
| LECTURA N° | BRIQUETAS CÚBICAS | EDAD (Días) | FECHA DE ENSAYO | Fuerza (kgf) | LADO (5 cm) | Área (cm ²) | RESISTENCIA (f=kgf/cm ²) |
| 1 | C-04-01 | 1 | 15/08/2023 | 310 | 5 | 25 | 12,40 |
| 2 | C-04-01 | 1 | 15/08/2023 | 360 | 5 | 25 | 14,40 |
| 3 | C-04-01 | 1 | 15/08/2023 | 370 | 5 | 25 | 14,80 |
| 4 | C-04-02 | 2 | 16/08/2023 | 390 | 5 | 25 | 15,60 |
| 5 | C-04-02 | 2 | 16/08/2023 | 460 | 5 | 25 | 18,40 |
| 6 | C-04-02 | 2 | 16/08/2023 | 450 | 5 | 25 | 18,00 |
| 7 | C-04-03 | 4 | 18/08/2023 | 710 | 5 | 25 | 28,40 |
| 8 | C-04-03 | 4 | 18/08/2023 | 640 | 5 | 25 | 25,60 |
| 9 | C-04-03 | 4 | 18/08/2023 | 540 | 5 | 25 | 21,60 |
| 10 | C-04-04 | 8 | 22/08/2023 | 1290 | 5 | 25 | 51,60 |
| 11 | C-04-04 | 8 | 22/08/2023 | 1020 | 5 | 25 | 40,80 |
| 12 | C-04-04 | 8 | 22/08/2023 | 1040 | 5 | 25 | 41,60 |
| 13 | C-04-05 | 16 | 30/08/2023 | 1130 | 5 | 25 | 45,20 |
| 14 | C-04-05 | 16 | 30/08/2023 | 1210 | 5 | 25 | 48,40 |
| 15 | C-04-05 | 16 | 30/08/2023 | 1180 | 5 | 25 | 47,20 |
| 16 | C-04-06 | 28 | 11/09/2023 | 1300 | 5 | 25 | 52,00 |
| 17 | C-04-06 | 28 | 11/09/2023 | 1090 | 5 | 25 | 43,60 |
| 18 | C-04-06 | 28 | 11/09/2023 | 1290 | 5 | 25 | 51,60 |
| 3. REGISTRO DE LA RESISTENCIA PROMEDIO | | | | | | | |
| PROPORCION 70% YESO : 30% CEMENTO | | | | | | | |
| | ESPECIMENES | EDAD (días) | RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm²) | | | | |
| | C-04-01 | 1 | 14,60 | | | | |
| | C-04-02 | 2 | 18,20 | | | | |
| | C-04-03 | 4 | 27,00 | | | | |
| | C-04-04 | 8 | 41,20 | | | | |
| | C-04-05 | 16 | 46,93 | | | | |
| | C-04-06 | 28 | 51,80 | | | | |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



TESIS : ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023.

| | | | |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------|------------|
| ENSAYO : | COMPRESIÓN SIMPLE | FECHA : | 14/08/2023 |
| NORMA : | NTP 334.051 | | |
| BACHILLERES : | 1) ERWIN LEON HUACAC | CODIGO : | 155173 |
| | 2) HOLGUER EDMUNDO HUARAKA MENDOZA | CODIGO : | 154994 |
| ASESOR : | MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA | | |

RECOLECCIÓN DE DATOS

1. PROPORCION 60% YESO - 40%CEMENTO "C-05"

| PESO | CANTIDAD AGUA (g) | CANTIDAD DE YESO (g) | CANTIDAD DE CEMENTO (g) | REALCION AGUA/(YESO-CEMENTO) |
|------------|-------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|
| PESO (g) | 910,00 | 840,00 | 560,00 | 0,65 |
| PESO (%) | - | 60% | 40% | |

2. REGISTRO DE LECTURA DE LA FUERZA APLICADA AL ESPECIMEN

| LECTURA N° | BRIQUETAS CÚBICAS | EDAD (Días) | FECHA DE ENSAYO | Fuerza (kgf) | LADO (5 cm) | Área (cm ²) | RESISTENCIA (f=kgf/cm ²) |
|------------|-------------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 1 | C-05-01 | 1 | 15/08/2023 | 500 | 5 | 25 | 20 |
| 2 | C-05-01 | 1 | 15/08/2023 | 430 | 5 | 25 | 17,2 |
| 3 | C-05-01 | 1 | 15/08/2023 | 450 | 5 | 25 | 18 |
| 4 | C-05-02 | 2 | 16/08/2023 | 560 | 5 | 25 | 22,4 |
| 5 | C-05-02 | 2 | 16/08/2023 | 550 | 5 | 25 | 22 |
| 6 | C-05-02 | 2 | 16/08/2023 | 480 | 5 | 25 | 19,2 |
| 7 | C-05-03 | 4 | 18/08/2023 | 590 | 5 | 25 | 23,6 |
| 8 | C-05-03 | 4 | 18/08/2023 | 580 | 5 | 25 | 23,2 |
| 9 | C-05-03 | 4 | 18/08/2023 | 560 | 5 | 25 | 22,4 |
| 10 | C-05-04 | 8 | 22/08/2023 | 1060 | 5 | 25 | 42,4 |
| 11 | C-05-04 | 8 | 22/08/2023 | 1030 | 5 | 25 | 41,2 |
| 12 | C-05-04 | 8 | 22/08/2023 | 940 | 5 | 25 | 37,6 |
| 13 | C-05-05 | 16 | 30/08/2023 | 1100 | 5 | 25 | 44 |
| 14 | C-05-05 | 16 | 30/08/2023 | 1090 | 5 | 25 | 43,6 |
| 15 | C-05-05 | 16 | 30/08/2023 | 1150 | 5 | 25 | 46 |
| 16 | C-05-06 | 28 | 11/09/2023 | 1060 | 5 | 25 | 42,4 |
| 17 | C-05-06 | 28 | 11/09/2023 | 1120 | 5 | 25 | 44,8 |
| 18 | C-05-06 | 28 | 11/09/2023 | 1270 | 5 | 25 | 50,8 |

3. REGISTRO DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

| PROPORCION 60% YESO : 40% CEMENTO | | |
|-----------------------------------|-------------|---|
| ESPECIMENES | EDAD (días) | RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²) |
| C-05-01 | 1 | 18,40 |
| C-05-02 | 2 | 22,20 |
| C-05-03 | 4 | 23,07 |
| C-05-04 | 8 | 40,40 |
| C-05-05 | 16 | 43,33 |
| C-05-06 | 28 | 47,20 |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



TESIS : ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023.

| | | | |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------|------------|
| ENSAYO : | COMPRESIÓN SIMPLE | FECHA : | 14/08/2023 |
| NORMA : | NTP 334.051 | | |
| BACHILLERES : | 1) ERWIN LEON HUACAC | CODIGO : | 155173 |
| | 2) HOLGUER EDMUNDO HUARAKA MENDOZA | CODIGO : | 154994 |
| ASESOR : | MSc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA | | |

RECOLECCIÓN DE DATOS

1. PROPORCION 50% YESO - 50%CEMENTO "C-06"

| PESO | CANTIDAD AGUA (g) | CANTIDAD DE YESO (g) | CANTIDAD DE CEMENTO (g) | REALCION AGUA/(YESO-CEMENTO) |
|------------|-------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|
| PESO (g) | 933,80 | 700,00 | 700,00 | 0,667 |
| PESO (%) | - | 50% | 50% | |

2. REGISTRO DE LECTURA DE LA FUERZA APLICADA AL ESPECIMEN

| LECTURA N° | BRIQUETAS CÚBICAS | EDAD (Días) | FECHA DE ENSAYO | Fuerza (kgf) | LADO (5 cm) | Área (cm ²) | RESISTENCIA (f=kgf/cm ²) |
|------------|-------------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 1 | C-06-01 | 1 | 15/08/2023 | 170 | 5 | 25 | 6,8 |
| 2 | C-06-01 | 1 | 15/08/2023 | 270 | 5 | 25 | 10,8 |
| 3 | C-06-01 | 1 | 15/08/2023 | 170 | 5 | 25 | 6,8 |
| 4 | C-06-02 | 2 | 16/08/2023 | 260 | 5 | 25 | 10,4 |
| 5 | C-06-02 | 2 | 16/08/2023 | 290 | 5 | 25 | 11,6 |
| 6 | C-06-02 | 2 | 16/08/2023 | 290 | 5 | 25 | 11,6 |
| 7 | C-06-03 | 4 | 18/08/2023 | 510 | 5 | 25 | 20,4 |
| 8 | C-06-03 | 4 | 18/08/2023 | 570 | 5 | 25 | 22,8 |
| 9 | C-06-03 | 4 | 18/08/2023 | 580 | 5 | 25 | 23,2 |
| 10 | C-06-04 | 8 | 22/08/2023 | 1020 | 5 | 25 | 40,8 |
| 11 | C-06-04 | 8 | 22/08/2023 | 910 | 5 | 25 | 36,4 |
| 12 | C-06-04 | 8 | 22/08/2023 | 1010 | 5 | 25 | 40,4 |
| 13 | C-06-05 | 16 | 30/08/2023 | 1070 | 5 | 25 | 42,8 |
| 14 | C-06-05 | 16 | 30/08/2023 | 1030 | 5 | 25 | 41,2 |
| 15 | C-06-05 | 16 | 30/08/2023 | 1020 | 5 | 25 | 40,8 |
| 16 | C-06-06 | 28 | 11/09/2023 | 1240 | 5 | 25 | 49,6 |
| 17 | C-06-06 | 28 | 11/09/2023 | 940 | 5 | 25 | 37,6 |
| 18 | C-06-06 | 28 | 11/09/2023 | 1260 | 5 | 25 | 50,4 |

3. REGISTRO DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

| PROPORCION 50% YESO : 50% CEMENTO | | |
|-----------------------------------|-------------|---|
| ESPECIMENES | EDAD (días) | RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²) |
| C-06-01 | 1 | 6,80 |
| C-06-02 | 2 | 11,20 |
| C-06-03 | 4 | 22,13 |
| C-06-04 | 8 | 39,20 |
| C-06-05 | 16 | 41,60 |
| C-06-06 | 28 | 50,00 |

3. Constancia de uso de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 Av. de la cultura Nro. 733 – Escuela Profesional de Ingeniería Civil



CONSTANCIA DE USO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES PARA TESIS DE INVESTIGACIÓN

EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

HACE CONSTAR:

Que los tesisas; conducentes a la obtención del título profesional de Ingeniero Civil; Bach. **ERWIN LEON HUACAC** y Bach. **HOLGER E. HUARAKA MENDOZA**, hizo uso del laboratorio para ejecución de la tesis de investigación: **“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO, PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DE CUSCO 2023”**.

Los ensayos que realizaron son los siguientes:

| Nro | ENSAYO | NORMA | CANT. |
|-----|---|----------------|-------|
| 01 | Yeso de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción – Métodos de ensayo; Método de medida de la fluidez de la pasta | UNE-EN 13279-2 | 18 |
| 02 | Determinación del tiempo de fraguado del cemento hidráulico con aguja de vicat. | NTP 334.006 | 18 |
| 03 | Determinación de la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. | NTP 334.051 | 108 |

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita por los interesados; con fines académicos para la tesis de investigación.

Cusco, 24 de mayo de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

Ing. Luz Marlène Nieto Palomino
 Jefe de Laboratorio

4. Costo hora hombre para el Cusco

| CONCEPTO | | CATEGORIAS | | |
|--|--|---------------|---------------|---------------|
| | | OPERARIO | OFICIAL | PEON |
| 1 | SOBRE REMUNERACIÓN BASICA VIGENTE | 84,70 | 66,45 | 59,80 |
| 2 | BONIFICACIÓN UNIFICADA DE LA CONSTRUCCIÓN | 27,10 | 19,94 | 17,94 |
| 3 | LEYES SOCIALES SOBRE LA BONIFICACIÓN UNIFICADA DE LA CONSTRUCCIÓN (BUC) (BUC x 12.00%) | 3,25 | 2,39 | 2,15 |
| 4 | % DE INCIDENCIA DE LEYES SOCIALES (BUC REMUNERACIÓN BÁSICA) (3)/(1)x100% | 3,84 | 3,60 | 3,60 |
| INCIDENCIA TOTAL DE LEYES SOCIALES SOBRE LA REMUNERACIÓN BÁSICA | | 3,84 | 3,60 | 3,60 |
| COSTO HORA HOMBRE - CUSCO Vigente del 01 Junio del 2023 hasta el 31 Mayo del 2024 | | | | |
| CONCEPTO | | CATEGORIAS | | |
| | | OPERARIO | OFICIAL | PEON |
| | REMUNERACIÓN BÁSICA | 84,70 | 66,45 | 59,80 |
| | TOTAL DE BENEFICIOS LEYES SOCIALES SOBRE LA REMUNERACIÓN BÁSICA | 91,80 | 71,86 | 64,67 |
| | OPERARIO 108.39% | | | |
| | OFICIAL 108.15% | | | |
| | PEON 108.15% | | | |
| | BONIFICACIÓN UNIFICADA DE CONSTRUCCIÓN (BUC) | 27,10 | 19,94 | 17,94 |
| | SEGURO DE VIDA ESSALUD - VIDA (5 /MES) | 0,17 | 0,17 | 0,17 |
| | BONIFICACIÓN MOVILIDAD ACUMULADO | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| | OVEROL 2 x 70 x 8 / 2,378.44 | 0,47 | 0,47 | 0,47 |
| | Incidencia por altitud | | | |
| | TOTAL POR DIAS DE 8 HORAS | 212,25 | 166,89 | 151,05 |
| | COSTO DE HORA HOMBRE (hh) | 26,53 | 20,86 | 18,88 |

5. Cotización de materiales incluido el I.G.V

| COTIZACION DE MATERIALES | | |
|--------------------------|---|-----------|
| TESIS : | "ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO, PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023" | |
| BACHILLER : | HUARAKA MENDOZA HOLGUER EDMUNDO | |
| BACHILLER : | LEON HUACAC ERWIN | |
| FECHA : | 19/03/2024 | |
| MATERIALES | UND. | P.U. (S/) |
| CEMENTO YURA TIPO I | BLS | 28.00 S/. |
| YESO ARTESANAL 28KG | BLS | 7.00 S/. |

AC
 Fecha: 19 / 03 / 2024
ENTREGADO
 GP TRANSPORTES E.I.R.L.
 RUC: 20864332365

6. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

| TÍTULO: “ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA DE YESO – CEMENTO Y EL TIEMPO DE FRAGUADO PARA ENLUCIDOS INTERIORES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023” | | | | | | | | | |
|--|---|---|--|---|--|---|--|--------------------------------|--|
| CAUSA - INDEPENDIENTE VARIABLE 1 | | | EFECTO - DEPENDIENTE VARIABLE 2 | | | | | | |
| PROBLEMA | OBJETIVO | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTO | METODOLOGIA | | |
| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | | | | | | | |
| ¿Cuál es la mejor mezcla de yeso con cemento, en términos de relación agua/polvo, tiempo de fraguado, resistencia a compresión y costo unitario por metro cuadrado de pared y cielo raso, en comparación con la proporción 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón), para enlucidos interiores en la ciudad del Cusco en 2023? | Determinar experimentalmente la mejor mezcla yeso con cemento, evaluando la relación agua / polvo, los tiempos de fraguado, la resistencia a compresión y al análisis de costo unitario por m ² de pared y cielo raso en comparación con la proporción 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón) para enlucidos interiores en la ciudad del Cusco 2023. | Será la mejor mezcla yeso con cemento de proporción 80% yeso – 20% cemento que tiene mayor resistencia a la compresión, similar tiempo de fraguado en comparación a la proporción 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón) para enlucidos interiores en la ciudad del Cusco 2023. | Variable dependiente: | | | Ensayo del aparato de la aguja de Vicat. Ensayo del aparato de la aguja de Vicat. Ensayo a compresion simple. | Nivel de Investigación Descriptivo Tipo de investigación Investigación cuantitativa Diseño de la investigación Experimental Unidad de análisis Proporción 100%yeso – 0% cemento,90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento y 50% yeso – 50%. | | |
| | | | Y: Mezcla yeso – cemento Y1= Tiempo de fraguado inicial. Y2= Tiempo de fraguado final. Y3= Resistencia a la compresión. | -Cantidad de yeso (g), cantidad de cemento (g). -Tiempo de paso de estado fluido a plástico de la mezcla yeso - cemento. -Tiempo de endurecimiento de la mezcla yeso - cemento. -Fuerza aplicada sobre área. | m[g] T[<i>min</i>] T[<i>min</i>] f [<i>kgf/cm</i> ²] | | | Variable independiente: | |
| | | | X1= proporción (% yeso - % cemento). | % yeso más % cemento | m[g] | Medición en balanza. | | | |
| PROBLEMAS ESPECÍFICOS | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | HIPÓTESIS ESPECÍFICAS | VARIABLE | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTO | | | |
| ¿Cuál es el efecto de las diferentes proporciones de yeso y cemento en la relación agua/polvo, específicamente en las mezclas 100% yeso – 0% cemento, 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento y 50% yeso – 50% cemento, para enlucidos interiores? | Determinar la relación agua / polvo de las mezclas 100% yeso – 0% cemento, 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento y 50% yeso – 50% cemento. | El valor de la relación agua / polvo de las mezclas 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento y 50% yeso – 50% cemento incrementa en comparación a la relación agua / polvo de la mezcla 100% yeso – 0% cemento. | Variable dependiente: | | | Método de medida de la fluidez de la pasta. Medición en balanza. | Tamaño de muestra El tamaño de muestra de especímenes cúbicos de 50mm de lado es tres, esto para cada proporción y cada periodo o edad de ensayo a compresión simple. (Norma Técnica Peruana [NTP] 334.051, 2022.) Muestra de estudio | | |
| | | | Y4= Relación agua / polvo | Cantidad de yeso (g), cantidad de cemento (g), cantidad de agua (g). | Ra/p[Adim] | | | Variable independiente: | |
| | | | X1= proporción (% yeso - % cemento). | % yeso más % cemento | m[g] | Medición en balanza. | | | |
| ¿Cómo varía el tiempo de fraguado inicial y final en mezclas de yeso y cemento con diferentes proporciones (100% yeso – 0% cemento, 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento, 50% yeso – 50% cemento) utilizadas para enlucidos interiores? | Determinar los tiempos de fraguado inicial y final de las mezclas 100% yeso – 0% cemento, 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento y 50% yeso – 50% cemento. | La mezcla 80% yeso – 20% cemento muestra tiempo de fraguado inicial y final similares a los de la mezcla 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón). | Variable dependiente: | | | Ensayo del aparato de la aguja de Vicat. Ensayo del aparato de la aguja de Vicat. | Mezcla de yeso con cemento. Instrumento ficha de observación - manual-normas - instrumentos de laboratorio - equipos de laboratorio | | |
| | | | Y1= Tiempo de fraguado inicial. Y2= Tiempo de fraguado final. | -Tiempo de paso de estado fluido a plástico de la mezcla yeso - cemento. -Tiempo de endurecimiento de la mezcla yeso - cemento. | T[<i>min</i>] T[<i>min</i>] | | | Variable independiente: | |
| | | | X1= proporción (% yeso - % cemento). | % yeso más % cemento | m[g] | Medición en balanza. | | | |
| ¿Cómo varía la resistencia a compresión en mezclas de yeso y cemento con diferentes proporciones (100% yeso – 0% cemento, 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento, 50% yeso – 50% cemento) utilizadas para enlucidos interiores? | Determinar la resistencia a la compresión de las mezclas 100% yeso – 0% cemento, 90% yeso – 10% cemento, 80% yeso – 20% cemento, 70% yeso – 30% cemento, 60% yeso – 40% cemento y 50% yeso – 50% cemento. | La mezcla 80% yeso – 20% cemento tiene mayor resistencia a la compresión en comparación con la mezcla 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón). | Variable dependiente: | | | Ensayo a compresión simple. | | | |
| | | | Y3= Resistencia a la compresión. | fuerza aplicada sobre área. | f [<i>kgf/cm</i> ²] | | | Variable independiente: | |
| | | | X1= proporción (% yeso - % cemento). | % yeso más % cemento | m[g] | Medición en balanza. | | | |
| ¿Cómo varía el análisis de costo unitario por metro cuadrado de enlucido interior de pared y cielo raso para mezclas de yeso y cemento que presentan tiempos de fraguado similares y mayor resistencia a la compresión en comparación con la mezcla de referencia (100% yeso – 0% cemento)? | Determinar el análisis de costo unitario por m ² de enlucido interior de pared y cielo raso para las mezclas yeso - cemento que muestran tiempos de fraguado similares y mayor resistencia a la compresión en comparación con la mezcla 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón). | El costo unitario por m ² de enlucido interior de pared y cielo raso aumenta en las mezclas de yeso-cemento que muestran tiempos de fraguado similares y mayor resistencia a la compresión en comparación con la mezcla 100% yeso – 0% cemento (yeso patrón). | Variable dependiente: | | | Análisis de costo unitario. Análisis de costo unitario | | | |
| | | | Y5= Costo unitario por m ² de enlucido interior de pared. | Precio | p[<i>s</i>] | | | Variable independiente: | |
| | | | Y6= Costo unitario por m ² de enlucido interior de cielo raso. | Precio | p[<i>s</i>] | | | Variable independiente: | |
| | | | X1= proporción (% yeso - % cemento). | % yeso más % cemento | m[g] | | | Variable independiente: | |